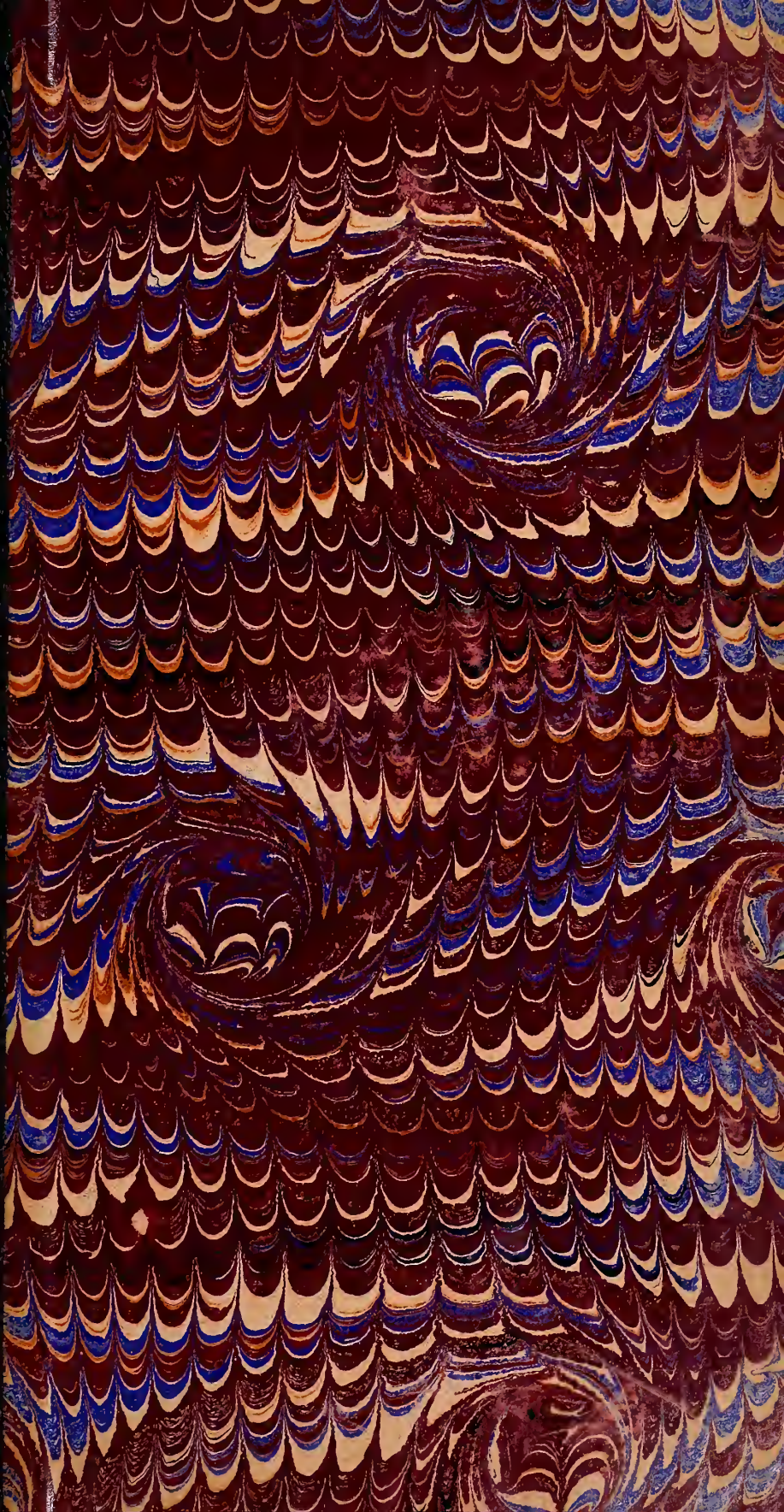


Q56
.R47
*

FOR THE PEOPLE
FOR EDVCATION
FOR SCIENCE

LIBRARY
OF
THE AMERICAN MUSEUM
OF
NATURAL HISTORY

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

5.06(49.3) B1
LIBRARY

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. cath., c. IV.

DEUXIÈME SÉRIE

TOME XX — JUILLET 1901

(VINGT-CINQUIÈME ANNÉE; TOME L DE LA COLLECTION)

LOUVAIN
SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE
(M. J. Thirion)
11, RUE DES RÉCOLLETS, 11

1901

31051

Imprimerie Polleunis & Ceuterick, 32, rue des Orphelins, Louvain
Même maison à Bruxelles, 37, rue des Ursulines.

LÉON XIII

ET LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES

Le 15 janvier 1879, la première année de son glorieux pontificat, Sa Sainteté Léon XIII daignait envoyer à la Société scientifique ses félicitations et ses conseils dans une lettre empreinte de la plus paternelle bienveillance. « Cette lettre pontificale, disait le P. Carbonnelle en la publiant dans la Revue (1), est le plus précieux encouragement que la Société ait reçu depuis sa fondation. D'illustres savants nous ont donné leur adhésion, d'habiles écrivains ont collaboré à nos publications, de nombreux amis nous ont soutenus de leur influence ; le Pape Pie IX a béni la Société dès son premier jour; mais, après trois ans d'existence, lorsque les comptes rendus de nos réunions et deux grandes publications périodiques permettent de nous juger sur nos actes, des paroles aussi encourageantes, venues d'un pontife qui connaît si bien les besoins et les ressources de notre époque, dépassent à nos yeux tout le

(1) Revue des Questions scientifiques, t. V, 1879, p. 332. Cette lettre pontificale est reproduite depuis 1879, en tête de tous les volumes des Annales de la Société scientifique.

reste. Nous recevons donc avec une vive reconnaissance ces félicitations pour le but que nous nous sommes proposé et pour les garanties inscrites dans nos statuts, ces sages conseils qui rappellent ceux du Concile du Vatican, ces paternelles exhortations et cette bénédiction apostolique qui nous présage le succès. Le prix en est doublé par l'affectueuse bienveillance qui respire dans toute cette lettre, et qui faisait dire à un prélat éminent : « Léon XIII, « on le voit, bénit cette œuvre de tout son cœur. » C'est de tout notre cœur aussi que nous allons redoubler d'efforts pour nous en montrer dignes. »

Ces paroles retrouvent leur actualité, la joie et la reconnaissance qu'elles expriment sont doublées aujourd'hui que Léon XIII daigne, pour la seconde fois, encourager et bénir notre œuvre à l'occasion du vingt-cinquième anniversaire de sa fondation. Après un quart de siècle d'existence, c'est avec bonheur et une légitime fierté que la Société scientifique enregistre en tête du vingt-sixième volume de ses Annales et du cinquantième volume de sa Revue, la nouvelle lettre que Sa Sainteté a bien voulu lui adresser le 20 mars 1901. Humblement prosternée sous la main bénissante du vicaire de Jésus-Christ, elle dépose aux pieds de Sa Sainteté l'hommage de sa profonde gratitude avec le gage renouvelé de son dévouement au progrès des sciences et de sa fidélité aux enseignements de la Foi.

Nous donnons ici le texte original de la lettre pontificale et la traduction.

Dilectis Filiis
Sodalibus
Consociationis Bruxellensis
a scientiis provehendis
Bruxellas

LEO PP. XIII

Dilecti Filii,

Salutem et apostolicam benedictionem.

Quod, pontificatu Nostro ineunte, de sodalitate vestra fuimus ominati, id, elapso iam ab institutione eius anno quinto et vicesimo, feliciter impletum vestris ex litteris perspicimus. In provehendis enim scientiarum studiis, sive eruditorum coetus habendo, sive Annalium volumina edendo, nunquam a proposito descivistis, quod coeptum fuerat ab initio, ostendendi videlicet « Nullam inter fidem et rationem dissensionem veram esse posse ». Benevolentiam Nostram ob vestras industrias testamur; simulque hortamur, ut coeptis insistatis alacres, utpote temporum necessitati opportunis admodum. Naturae enim cognitio, si recto quidem et vacuo praeiudiciis animo perquiratur, ad divinarum rerum notitiam conferat necesse est, divinaeque revelationi fidem adstruat. Hoc ut vobis, vestrâque operâ, quam multis accidat, apostolicam benedictionem, munerum coelestium auspicem, sodalitati vestrae amantissime impertimus.

Datum Romae apud Sanctum Petrum die XX Martii anno MDCCCCI, Pontificatus Nostri vicesimo quarto.

LEO PP. XIII.

A nos chers Fils
les membres de la Société scientifique de Bruxelles
à Bruxelles

LÉON XIII, PAPE

Chers Fils,

Salut et bénédiction apostolique.

Ce qu'au début de Notre pontificat, Nous avions présagé de votre Société, aujourd'hui, vingt-cinq ans après sa fondation, vos lettres Nous en apprennent l'heureux accomplissement. En travaillant au progrès des études scientifiques, soit par vos réunions savantes, soit par la publication de vos Annales, vous ne vous êtes jamais départis de votre dessein initial, celui de montrer que « entre la foi et la raison, aucun vrai désaccord ne peut exister ». Nous vous exprimons Notre bienveillance pour vos efforts et Nous vous exhortons en même temps à poursuivre avec ardeur votre entreprise si bien en rapport avec les nécessités actuelles. Car l'étude de l'univers, si elle est menée avec droiture et sans préjugé, doit aider à la connaissance des choses de Dieu, et établir la foi à la révélation divine. Pour que ce bonheur vous advienne et par vous à beaucoup d'autres, Nous accordons avec la plus vive sympathie à votre Société, la bénédiction apostolique, gage des faveurs célestes.

Donné à Rome, à Saint-Pierre, le 20 mars 1901, l'an vingt-quatrième de Notre pontificat.

LÉON XIII, PAPE.

LE JUBILÉ

DE LA

SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES

La dernière session tenue par la Société scientifique de Bruxelles, les 9, 10 et 11 avril 1901, a eu, par les solennités jubilaires célébrées à l'occasion du vingt-cinquième anniversaire de sa fondation, une importance et un éclat particuliers.

Il a paru opportun de consigner ici le compte rendu détaillé de ces journées de travaux et de fêtes, afin d'en faire partager à tous les amis de la Revue l'heureuse impression. Pour ceux qui y ont assisté, ce sera, nous l'espérons, raviver un agréable souvenir. Nos confrères retenus loin de nous par la distance, la maladie, des affaires urgentes ou d'autres empêchements légitimes, nous sauront gré d'essayer d'adoucir leurs regrets par cette communication. Quant aux absents qui le furent un peu par leur faute, ils verront en ce récit combien ils eurent tort d'être restés éloignés.

Enfin, aux détracteurs de notre œuvre nous fournirons, s'ils sont de bonne foi, la preuve de la vitalité de notre association, et à l'incrédulité rageuse et sectaire, qui proclame l'inévitable divorce de la science et de la doctrine révélée, la démonstration, par le fait, de l'inanité de ses prétentions.

C'est aux pieds des autels, dans l'antique collégiale des Saints-Michel et Gudule, que se sont retrouvés, au matin du 9 avril, venus de tous les coins de la Belgique, de France, de Suisse, de Hollande et du Grand-Duché de Luxembourg, une centaine de membres de la Société scientifique. Ils avaient voulu associer aux joies du premier jubilé les fondateurs et les amis du début, tous ceux qui n'étaient plus, et leur donner, devant Dieu, au saint sacrifice de la Messe célébré par M. le chanoine Delvigne, premier vice-président de la Société, le souvenir chrétien de la prière.

De l'église Sainte-Gudule, sur le parvis de laquelle s'étaient échangées les chaudes poignées de mains d'amis heureux de se revoir, par groupes confraternels, les membres de la Société scientifique se sont rendus, rue des Longs-Chariots, au local ordinaire de leurs réunions de sections. La vieille maison qui depuis vingt-cinq ans donne l'hospitalité à nos austères travaux et que les fidèles de la Société connaissent si bien, nous a paru, à l'aube de ce jubilé, moins sombre et moins froide qu'en d'autres circonstances. D'ailleurs, ce matin-là, elle retentissait, plus encombrée que de coutume, du bruit des joyeuses conversations qui allaient leur train, en attendant l'heure de l'ouverture des séances.

L'attraction de cette première matinée fut pour une conférence avec projections que devait donner, à la cinquième section, M. Alexandre Halot, consul du Japon. Aussi plusieurs sections remirent au lendemain d'aborder leur ordre du jour pour se joindre à l'auditoire des économistes présidés par M. Ernest Dubois, professeur à l'Université de Gand (1).

L'attente ne fut point déçue, et l'heure passée à écouter

(1) Les ANNALES de la Société scientifique rendent compte des travaux des sections; nous ne parlerons ici que de certaines communications qui ont présenté un intérêt plus général, et qui pour cette raison ont groupé les membres de diverses sections.

M. Halot a été aussi agréable qu'instructive. Dans son étude sur l'*Extrême-Orient à l'aurore du XXe siècle,* le conférencier a surtout signalé les causes psychologiques de l'antagonisme des Chinois contre les Européens. L'origine d'événements politiques récents n'est pas, comme on l'a prétendu, dans une réaction contre l'influence des missionnaires chrétiens et la propagation de la religion. Les Chinois, du moins dans le monde officiel, sont plutôt indifférents aux préoccupations religieuses. Il y a eu, en Chine, une recrudescence de l'antipathie vieille de plusieurs siècles contre les étrangers, et si le missionnaire a été, comme d'autres, en butte aux vexations, ce fut à cause de sa qualité d'étranger.

La première assemblée générale de la session jubilaire s'est tenue le mardi, 9 avril, à 2 1/2 heures, à l'hôtel Ravenstein. M. Beernaert, ministre d'État, membre de l'Académie royale de Belgique et associé de l'Institut de France, avait bien voulu accepter la présidence d'honneur de cette séance. On est d'ailleurs sûr de retrouver M. Beernaert au premier rang, dès qu'il s'agit d'accorder à une œuvre catholique l'éclat de sa haute personnalité et de sa bienveillante sympathie.

C'est M. Georges Lemoine, membre de l'Institut, président effectif de la Société, qui a le premier pris la parole pour résumer, à grands traits, le travail accompli par la Société scientifique de Bruxelles pendant le premier quart de siècle de son existence.

« La Société scientifique a fait ses preuves par ses réunions, ses publications et les travaux personnels de ses membres. Si elle a eu la douleur de perdre plusieurs savants distingués, notamment le R. P. Carbonnelle, Mgr de Harlez, Gilbert, Barrande, Puiseux, le prince Boncompagni, Barré de Saint-Venant, le R. P. Secchi, le R. P. Perry, d'Abbadie, Le Play, Daubrée, Pasteur, Hermite et Vicaire, il lui reste, pour ne citer que les membres étrangers à la Belgique, MM. Amagat, Boussinesq, de

Bussy, Fabre, Haton de la Goupillière, Hautefeuille, l'amiral de Jonquières, Camille Jordan, de Lapparent, le général Newton, P. Tannery, Witz et Wolf.

» Depuis 1875, beaucoup de nos collègues ont admirablement grandi par leurs œuvres. Pour ne parler que de celles qui se rattachent aux sciences expérimentales, on peut citer les travaux si intéressants qui ont fait de M. Louis Henry un des maitres de la chimie organique ; les recherches de M. Van der Mensbrugghe sur la constitution des liquides ; les travaux de M. Proost sur la science agricole ; le traité de géologie de M. de Lapparent, arrivé à sa cinquième édition ; les synthèses minéralogiques de M. Hautefeuille ; les travaux par lesquels M. Duhem a introduit les mathématiques les plus élevées dans l'étude des divers phénomènes chimiques ; les recherches grâce auxquelles M. Boussinesq a élucidé les théories de l'hydraulique ; les expériences de M Amagat sur les vapeurs et les gaz à des pressions atteignant 200 à 300 atmosphères ; les découvertes qui font de M. Branly le principal auteur de la télégraphie sans fil.

» Ces résultats montrent par les faits qu'on peut être à la fois un catholique sincère et un ardent pionnier de la science.

» La science est et doit être un lien précieux entre les hommes de bonne volonté, quelles que soient leurs croyances individuelles.

» L'Église impose à ses enfants certains points fixes réservés dans leurs discussions, mais en dehors elle leur laisse toute latitude pour les recherches scientifiques ; elle les encourage à relever le niveau intellectuel de l'humanité : Léon XIII a ouvert aux historiens les archives du Vatican. Les théologiens ont une largeur de vues qu'on ignore trop dans le monde savant et dont témoigne entre autres le livre laissé par l'un des membres de la Société, M. Duilhé de Saint-Projet : *L'Apologie scientifique de la foi chrétienne.*

G. Lemming

» Les travaux accomplis depuis vingt-cinq ans par des savants catholiques dans toutes les branches des connaissances humaines ont singulièrement modifié leur situation vis-à-vis des hommes sérieux. Il peut se faire que, parmi les ignorants, les railleries soient encore monnaie courante ; il n'en est pas de même parmi les hommes qui se respectent et qui, avec des opinions philosophiques diamétralement contraires, travaillent aux progrès de la science.

» Si la science est un lien puissant entre des hommes différant par leurs opinions philosophiques, elle doit l'être encore bien davantage lorsque les opinions sont les mêmes. La Société scientifique de Bruxelles vivra, parce qu'elle établit des relations cordiales entre ces hommes qui sont ainsi doublement frères. »

Après l'allocution présidentielle, qui est longuement acclamée, M. G. Kurth, professeur à l'Université de Liége, présente un rapport sur les travaux de deux sociétés allemandes, la *Leo Gesellschaft* de Vienne et la *Görres Gesellschaft*, qui l'avaient délégué à cet effet.

Ces deux associations poursuivent, sur le terrain des sciences historiques et morales, un but identique au nôtre ; elles aussi, elles s'efforcent de promouvoir le zèle et l'ardeur des catholiques pour les travaux scientifiques. Jeune encore, la *Leo Gesellschaft* a déjà fait preuve d'une exubérante activité ; M. Kurth expose en détail les résultats des œuvres nombreuses qu'elle a produites et des entreprises importantes dont elle poursuit, sans se donner de relâche, la prochaine réalisation. Quant à la *Görres Gesellschaft*, elle va, cette année même, comme notre Société, célébrer ses noces d'argent. Elle est parvenue à se créer, en Allemagne, une situation prépondérante par le nombre imposant de ses membres, l'autorité de ses publications et l'influence qu'elle exerce pour la diffusion de la science chez les catholiques allemands.

La conférence scientifique qui constitue le fond de nos

assemblées générales, a été faite par M. Van Biervliet, professeur à l'Université de Gand, sur l'*Évolution de la psychologie au XIXe siècle*. Nous n'y insisterons pas ici, nos lecteurs la retrouveront plus loin intégralement reproduite dans cette livraison de la Revue.

Le lendemain, 10 avril, les diverses sections de la Société se sont réunies; mais, comme la veille, plusieurs d'entre elles ont fait le sacrifice de leur ordre du jour, pour assister à une intéressante communication de M. Van de Vyver, de l'Université de Gand, sur l'*air liquide*.

Après un aperçu historique sur la théorie de la liquéfaction des gaz, M. Van de Vyver décrit la machine due à M. Linde pour obtenir l'air liquide, ainsi que les appareils qui servent à conserver et à manipuler ce curieux produit.

Puis il présente réduit à l'état de liquide statique le gaz subtil que nous respirons et au sein duquel nous vivons ; il en fait connaître les caractères physiques, la chaleur de vaporisation, la densité.

M. Van de Vyver aborde ensuite la partie la plus attachante de sa conférence et réalise une série d'expériences des plus curieuses. Il filtre l'air liquide, comme on filtrerait de l'eau, montre ses effets surprenants sur les matières organiques, caoutchouc, viande, œufs, qu'il durcit au point que, pour casser les corps traités par l'air liquide, il faut recourir au marteau. L'air liquide solidifie le mercure et l'alcool, entre en ébullition dans un creuset de glace et s'évapore violemment au contact de l'eau.

Bref, une causerie charmante, pleine de suggestion et ouvrant au penseur, comme au praticien, les horizons les plus nouveaux et les applications les plus fécondes.

L'assemblée générale du mercredi 10 avril s'est tenue, à 2 1/2 heures, au Palais des Académies, dans la grande

salle de marbre, gracieusement mise à la disposition de la Société par le gouvernement belge.

Cette réunion a été la plus importante et la plus solennelle de toutes celles qui avaient été préparées pour la célébration de notre jubilé. Aussi un grand nombre de membres de la Société et d'invités à la cérémonie avaient, bien avant l'heure de l'ouverture de la séance, pris place dans la salle.

Bientôt Son Éminence le cardinal-archevêque de Malines, Mgr Goossens et Son Excellence Mgr Granito di Belmonte, nonce apostolique près S. M. le Roi des Belges, font leur entrée, escortés par le bureau de la Société.

Lorsqu'ils se sont installés sur l'estrade, et que le président de la Société, M. Lemoine, a souhaité la bienvenue aux illustres personnages qui veulent bien honorer de leur présence la séance de ce jour, Son Excellence Mgr le Nonce donne lecture, en latin et en français, du bref de Sa Sainteté Léon XIII adressé à la Société scientifique de Bruxelles, à l'occasion de son jubilé. L'assemblée écoute debout la lecture de cet important document, qui est reproduit en tête de cette livraison de la Revue.

La parole est ensuite donnée à M. Paul Mansion, professeur à l'Université de Gand, secrétaire général de la Société scientifique de Bruxelles, pour présenter un rapport sur les travaux de notre Institution. On lira plus loin ce remarquable exposé, où rien n'a été omis de ce qui peut intéresser l'histoire de notre œuvre, sinon — et je voudrais avoir obtenu l'autorisation impitoyablement refusée de rectifier en ce point un rapport aussi véridique que minutieux — la part que notre éminent secrétaire général a prise lui-même, depuis tant d'années, au développement de la Société scientifique. Notre impartialité d'historien des fêtes jubilaires nous oblige à ne point taire cette appréciation qui a été émise par plus d'un des auditeurs du brillant rapport lu par M. Mansion.

La conférence scientifique de ce jour fut faite par

M. G. Lemoine, qui a été vraiment infatigable, et qui semble avoir voulu avant tout être à la peine, alors qu'il ne devait être qu'à l'honneur. M. G. Lemoine nous a parlé des chimistes français du XIXe siècle. Tous ceux qui ont eu le plaisir d'entendre cette charmante causerie la reliront avec grand intérêt dans les pages de ce numéro de la REVUE.

Qu'il nous soit permis, au sujet de cette conférence d'insister sur un point que M. Lemoine, avec son âme profondément chrétienne, a du reste bien mis en saillie. On demeure frappé de la simplicité de foi que gardent ces cœurs de grands savants, et nous ne croyons pas être indiscret en disant que plus d'un de ceux qui ont religieusement écouté M. Lemoine raconter d'un accent ému la mort de Jean-Baptiste Dumas s'est à lui-même répété ce mot de nos livres saints : *Moriatur anima mea morte justorum.*

De ces graves pensées la transition à un banquet est un peu brusque sans doute, et pourtant l'ordre des faits nous amène, en cette soirée du 10 avril, à l'Hôtel Mengelle, où eurent lieu les fraternelles agapes, qui sont de règle, même dans les réunions de savants.

Tous les ans du reste, à la session de Pâques, un certain nombre de membres de la Société scientifique observaient fidèlement la tradition. Je ne sais s'il y a eu des convives jubilaires ; mais, si je ne me trompe, l'Hôtel Mengelle fêtait avec nous le jubilé d'un quart de siècle de banquets servis dans ses salons pour la Société scientifique.

Cette fois, les membres de la Société avaient répondu en grand nombre à l'appel du Comité d'organisation des fêtes. Celui-ci du reste avait justement fait observer que le banquet annuel ne pouvait avoir le caractère intime et restreint des réunions précédentes, mais qu'il devait être

une manifestation aussi éclatante que possible de la vitalité de notre Institution.

Ainsi l'ont bien compris les quatre-vingts participants au banquet, où anciens et jeunes, prêtres et laïcs, Belges et étrangers, offraient en raccourci l'image vivante de la Société.

A la table d'honneur avaient pris place M. Lemoine, président de la Société, M. Beernaert, ministre d'État, M. Van Overbergh, directeur général de l'enseignement supérieur, des sciences et des lettres, représentant M. de Trooz, ministre de l'Intérieur, M. le comte Fr. van der Straten Ponthoz, président d'honneur de la Société scientifique, MM. le chanoine Delvigne et Proost, vice-présidents, MM. Louis Henry, Gustave Dewalque, François Dewalque, Ch. Lagasse-de Locht, anciens présidents, M. de Lapparent, délégué de l'Institut catholique de Paris, MM. Witz, Eustache et Lemière représentant l'Université de Lille, le R. P. Prat, délégué de l'Institut catholique de Toulouse, M. Daniels, envoyé par l'Université de Fribourg (Suisse), M. Kurth, délégué de la *Leo-* et de la *Görres Gesellschaft*, Mgr Spée, représentant les *Nuovi Lincei*, le R. P. Thirion, délégué de la *Società cattolica Italiana per gli studi scientifici*, M. Mansion, MM. Goedseels et Pécher, membres fondateurs de la Société scientifique, M. Lecointe, directeur à l'Observatoire royal de Belgique représentant la *Belgica* et les explorateurs belges du pôle antarctique, M. Van de Vyver, de l'Université de Gand, et M. Halot, consul du Japon.

Et aux autres tables perpendiculairement alignées à la table d'honneur, que de noms il y aurait à citer d'académiciens, de professeurs d'Universités, de médecins distingués, s'il ne fallait nous borner !

A l'heure des toasts, M. Lemoine se lève et devant toute l'assemblée debout propose la santé de Sa Sainteté le pape Léon XIII et de Sa Majesté Léopold II, roi des Belges : le pape qui a béni les premières années de la

Société scientifique de Bruxelles et l'encourage si paternellement aujourd'hui ; le roi des Belges qui a su par sa prudence et son tact donner à la Belgique une longue ère de prospérité et de paix dont n'ont pas joui beaucoup d'autres nations de l'Europe. Il boit ensuite aux deux présidents d'honneur de la Société, M. le Dr Lefebvre et M. le comte François van der Straten Ponthoz, tous deux ouvriers de la première heure : le Dr Lefebvre, premier président de la Société, dont la belle vie de médecin chrétien est d'un si magnifique exemple et dont on pourra dire qu'il a passé en faisant le bien ; M. le comte van der Straten Ponthoz, un des fondateurs de la Société scientifique et qui a consacré sa longue existence à appuyer de toute son autorité les lettres et les arts. M. Lemoine exprime ensuite la grande joie que laissent au cœur les réunions fraternelles de la Société, dont les membres sont unis par les deux plus grandes choses d'ici-bas : l'amour de l'Église et le culte de la science. C'est ici que se réalise la vision du Père Gratry, celle « de la ville où tout le monde s'aimait ». Le passé, le présent et l'avenir de la Société scientifique doivent confirmer ces sentiments. Si de puissants esprits ont disparu de nos rangs, l'œuvre qu'ils ont fondée reste, la Société vit par ses publications et les travaux de ses membres, et appuyée sur l'Église, elle participera dans une certaine mesure à son éternelle stabilité, parce que, plus que dans les autres œuvres humaines, ses membres sont dirigés par des sentiments supérieurs à l'égoïsme.

M. le chanoine Delvigne s'est fait l'interprète de la reconnaissance de la Société scientifique de Bruxelles envers son président. Faisant allusion à la conférence faite, le jour même, il a montré comment M. Lemoine continuait les glorieuses traditions de ces chimistes français dont il avait esquissé les travaux. M. Delvigne rappelle ensuite que « par un de ces jeux de la Providence qui nous surprennent peut-être sans nous déconcerter

jamais, M. Lemoine présidait aux destinées de notre association encore nouvelle, au moment où le décès inopiné de notre regretté fondateur le R. P. Carbonnelle vint nous frapper dans nos affections les plus vives. L'épreuve fut grande. Notre chef nous aida de ses conseils ; la fermeté de sa confiance dans l'avenir nous soutint. Sous la sage direction de ce pilote expérimenté nous pûmes doubler le cap des tempêtes. » M. Delvigne termine en constatant que la haute position occupée par M. Lemoine à l'École Polytechnique, autant que ses travaux qui lui ont ouvert les portes de l'Institut de France, sont pour une large part dans les heureux résultats signalés en ce jour où la Société scientifique célèbre ses noces d'argent.

Le toast aux étrangers est porté par M. Léon De Lantsheere, professeur à l'Université de Louvain, membre de la Chambre des Représentants ; il salue les délégués des Universités catholiques de France et de Suisse et ces hôtes éminents dont le nom ne figure pas seulement au livre d'or de la Société scientifique, mais brille du plus vif éclat dans les annales de la science contemporaine.

Accueilli par une ovation enthousiaste et des applaudissements qui ont peine à finir, M. de Lapparent se lève pour répondre au nom des membres étrangers de la Société scientifique et surtout au nom des Universités catholiques françaises. Nous nous reprocherions de ne pas reproduire en son entier cette charmante allocution. Voici comment M. de Lapparent s'est exprimé :

« J'avoue, Messieurs, que j'éprouve un peu d'embarras ce soir à m'acquitter de la mission qui m'incombe, et qui consiste à remercier les organisateurs de cette fête au nom de leurs collègues étrangers.

» Après vingt-cinq ans de collaboration à la Société scientifique de Bruxelles, après une douzaine de voyages dans cette capitale, où tant de fois j'ai recueilli l'expression de votre extrême bienveillance à mon égard, je me sens ici tellement à mon aise, qu'il me faut un véritable

effort, joint au souvenir encore frais de quelque cérémonie douanière, pour me persuader que je ne suis pas dans mon propre pays.

» Je veux cependant essayer de me mettre dans la peau de mon personnage, afin de vous exprimer dignement les sentiments qui animent les membres étrangers de la Société scientifique, et spécialement les Universités catholiques de France, fondées en même temps que vous, habituées depuis un quart de siècle à vivre de la même vie.

» Il y a vingt-cinq ans, en effet, un jour où celui qui vous parle était occupé, dans son modeste cabinet de la rue de Vaugirard, à nettoyer des fossiles pour sa collection naissante, il vit la porte s'ouvrir, pour livrer passage, bien juste, à un prêtre aux formes athlétiques. Le Père Carbonnelle, vous l'avez reconnu, arrivait à Paris, porteur d'une proposition de mariage entre l'œuvre des Universités catholiques et celle de sa Société qu'il venait de fonder.

» J'ai toujours entendu vanter l'avantage que présentaient, pour la constitution des fortes races, les alliances où se mêlait du sang étranger. Séduit par la franche allure du religieux, j'acceptai pour mon compte une proposition que ratifiait bientôt pour le sien notre président d'aujourd'hui, M. Georges Lemoine, alors mon collègue, depuis longtemps mon camarade, en attendant qu'il devînt mon confrère, et à toute époque mon excellent ami. En même temps, nos frères de Lille, si rapprochés de vous par la nature et les traditions, vous apportaient leur adhésion, suivie de celle des Universités d'Angers, de Lyon, de Toulouse. Ainsi s'est réalisée cette union quelque peu polygame, et pourtant bien chrétienne, entre des organismes qui poursuivaient exactement le même but, à savoir glorifier Dieu et son Église en servant le progrès des connaissances humaines.

» Il ne m'appartient pas de dire combien cette union a été féconde. Je remarquerai seulement que pour nous, Français, elle a porté d'heureux fruits. D'abord, c'est par

PHOTOTYPIE E. CASTELLIN. — L. LAGARDE, BRUXELLES.

A de Lapparent

elle que se sont établis, entre nos jeunes universités, des liens qu'une législation jalouse, appliquée par des pouvoirs de plus en plus malveillants, ne leur aurait pas permis de nouer dans leur propre pays. Ensuite l'infatigable activité du P. Carbonnelle s'est imposée à ses collaborateurs, qu'il n'a jamais voulu laisser s'endormir, et ce n'a pas été sans profit pour eux. Il en est même, le président et moi nous en pouvons témoigner, à qui cette collaboration n'a point fait perdre la consécration qu'ils ambitionnaient pour leurs travaux ; et celui qui vous parle y a gagné par surcroît de se voir nommé associé étranger de l'Académie de Belgique, à l'heure même où l'éminent homme d'État qui honore cette fête de sa présence, M. Beernaert, devenait associé étranger de notre Institut de France.

» C'est donc du fond du cœur, avec un souvenir ému pour ceux de nos fondateurs qui ne sont plus, et avec un accent particulier de reconnaissance envers eux, que je lève mon verre en l'honneur de la Société scientifique de Bruxelles. Heureux d'être choisi, en cette circonstance, comme l'interprète des universités catholiques de France, je bois à la prospérité de notre Société ; je lui souhaite de continuer à grandir, sous l'égide tutélaire du régime de liberté qui prévaut dans ce pays, et dont j'ai le plaisir de saluer, à côté de moi, le champion le plus ferme et le mieux avisé. »

Lorsqu'eurent cessé les applaudissements enthousiastes qui accueillirent ce vibrant discours de M. de Lapparent, M. Beernaert, directement mis en cause, et dont d'ailleurs tout le monde désirait entendre la parole sympathique, se plaignit spirituellement d'être pris dans un guet-apens. Venu plein de confiance, il n'avait songé qu'à prendre part paisiblement à ce banquet sans s'attendre à devoir parler. Mais puisqu'il doit prendre la parole, il boira à la science aimable, à celle qui sait couvrir des fleurs de la

poésie toutes les choses que découvre le progrès scientifique, à M. de Lapparent.

Les acclamations qui soulignèrent ces paroles prouvèrent à M. Beernaert combien il avait touché juste en mettant si grandement en relief celui que, sans rendre jaloux personne, nous pouvons bien appeler « l'enfant gâté » de notre association.

M. Witz, professeur à l'Université catholique de Lille, désire ajouter quelques mots au toast de M. de Lapparent, pour inviter la Société scientifique à ne pas manquer d'assister aux noces d'argent des Facultés catholiques de Lille qui seront prochainement célébrées.

Si la Société scientifique a pu rapidement s'élever au niveau qu'elle a atteint dans le monde savant et s'y maintenir pendant vingt-cinq ans, elle le doit certainement aux hommes dévoués qui en ont assumé la direction permanente et effective. M. Kurth, professeur à l'Université de Liége, a rappelé tout ce que les secrétaires généraux de la Société scientifique ont fait pour son développement, le R. P. Carbonnelle jusqu'à sa mort, et M. Mansion jusqu'à l'heure présente, aidé dans cette tâche par le R. P. Thirion, S. J.

Après un toast très cordial à la presse porté par M. Alfred Nerincx, avocat à Bruxelles et professeur à l'École commerciale et consulaire de l'Université de Louvain, et la fine réponse de M. l'avocat Crockaert, rédacteur au XXe Siècle, l'éloquence officielle du banquet a été close, mais longtemps encore le charme des entretiens privés sur toutes sortes de sujets, scientifiques et autres, a retenu bon nombre de nos confrères.

Le lendemain, 11 avril, les travaux ont repris de plus belle ; aussi bien plusieurs sections avaient à liquider un programme fort chargé de communications de tout genre.

Parmi celles-ci nous signalons tout particulièrement

l'étude présentée à la cinquième section par M. Jules Leclercq, membre de l'Académie royale de Belgique, sur *les conflits du droit et de la force et les nationalités opprimées, Finlande, Transvaal, Arménie*. M. Jules Leclercq est douloureusement frappé de la contradiction qui se manifeste, brutale, cynique, entre la conception moderne du droit et le règne triomphant de la force. Il trouve l'explication de l'énigme dans l'impérialisme qui a gagné toutes les grandes nations, depuis l'Amérique jusqu'à la Russie, et qui devenu l'obsession de leurs hommes d'État a submergé l'idée nationale au point de faire tomber la barrière du droit.

Trois peuples surtout, au cours de ces dernières années, ont été victimes de ces conflits du droit et de la force, les Arméniens, les Boers et les Finlandais. Ayant eu l'occasion, au cours de ses voyages, d'étudier de près ces divers peuples, M. Leclercq établit de saisissants rapprochements entre les massacres d'Arménie et ceux du Transvaal, ceux-ci plus odieux que ceux-là, puisqu'en Arménie ce sont des Kurdes qui égorgent des chrétiens, tandis qu'au Transvaal, c'est la tuerie de nations chrétiennes, et cela sous les yeux des noirs que les chrétiens ont mission de civiliser.

Après avoir plaidé la cause des Arméniens et celle des Boers, le conférencier a parlé en faveur des Finlandais. Leur droit à l'autonomie repose sur d'inébranlables bases juridiques. Bien qu'unie à la Russie, la Finlande ne saurait être traitée en pays conquis et la Russie n'a pas le droit de lui imposer ses lois, ni sa langue, ni sa religion.

L'assemblée de clôture de la session jubilaire a eu lieu à $2^1/_2$ heures à l'hôtel Ravenstein, sous la présidence d'honneur de M. le comte François van der Straten Ponthoz et la présidence effective de M. Georges Lemoine.

M. Mansion, secrétaire général, a d'abord pris la parole pour signaler les félicitations qu'à l'occasion de son jubilé, la Société scientifique de Bruxelles a reçues d'un grand

nombre d'universités et d'institutions vouées, comme elle, aux recherches de la science.

Nous tenons à consigner ici ces témoignages, autant pour exprimer notre reconnaissance à ceux qui nous les ont adressés, que pour promouvoir le zèle et l'ardeur de tous nos membres à maintenir leur œuvre au niveau qui leur a valu ces preuves de haute et confraternelle estime.

En premier lieu, nous citons tout entière la magnifique adresse de l'Académie royale de Belgique.

L'Académie royale
des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique
à la Société scientifique de Bruxelles
à l'occasion de son XXVe anniversaire de fondation.

MESSIEURS,

« Au nombre des institutions qui se sont donné pour mission la recherche du bien, du beau et du vrai, ce domaine qui comprend la haute culture de tout ce qui se rattache aux sciences, la Société scientifique de Bruxelles, de l'assentiment unanime, s'est placée au premier rang. Cette situation, elle la doit tout autant aux hommes éminents dont elle se compose qu'à ses travaux.

» Aussi, c'est avec la plus légitime fierté que la Société scientifique de Bruxelles peut voir se lever l'aurore de son vingt-cinquième anniversaire de fondation.

» En cette mémorable circonstance, l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts lui adresse ses félicitations les plus cordiales.

» L'Académie n'a pas besoin de vous assurer, Messieurs, combien elle tient votre Institution en haute et sincère estime.

» Elle est d'autant plus heureuse de pouvoir vous exprimer ce sentiment que dans vos rangs figure plus d'un de ses membres qui a rehaussé sa réputation par des

travaux de haut mérite et contribué à la gloire scientifique de la Belgique.

» L'Académie s'associe, on ne peut plus sincèrement, de cœur et d'esprit, aux félicitations que vous recevrez, Messieurs, de la part de toutes les institutions qui apprécient la haute valeur de vos travaux.

» Elle fait, en même temps, les vœux les plus chaleureux pour que la Société scientifique de Bruxelles poursuive, avec la même splendeur et la même prospérité, la voie si belle et si féconde qu'elle s'est créée et dont les heureux résultats sont à l'honneur de notre bien-aimé pays.

» Au nom de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique,

» Le secrétaire perpétuel,
» Chevalier EDMOND MARCHAL. »

L'Université catholique de Louvain, à laquelle la Société scientifique se rattache par des liens si intimes, avait envoyé, pour la représenter officiellement, M. le professeur Fr. Dewalque.

Tous les Instituts catholiques de France se sont associés à nos solennités jubilaires. Celui de Paris avait eu la délicate attention de confier cette représentation à un de ses professeurs les plus distingués et en même temps l'un de nos membres les plus éminents, M. de Lapparent. L'Institut catholique de Lille avait délégué à nos fêtes pour la Faculté des sciences, M. Witz, un de nos anciens présidents et pour celle de médecine et de pharmacie, MM. les professeurs Eustache et Lemière. Le R. P. Prat, S. J., a représenté l'Institut catholique de Toulouse, et celui d'Angers avait délégué le R. P. Antoine, S. J., qui fut, au dernier moment, empêché d'accomplir son mandat.

L'Université catholique de Washington, tout en regrettant que les circonstances de temps et de distance l'empêchassent de se faire représenter à Bruxelles, félicitait « la

Société scientifique de tout son cœur et l'assurait de sa profonde sympathie pour elle et pour son œuvre, priant Dieu de lui donner la grâce de rendre à l'avenir, comme au passé, les plus grands services ».

« L'Université de Fribourg (Suisse), nous écrivait son recteur, M. le Dr Gustave Schnürer, participe de grand cœur aux légitimes félicitations présentées, en cette occasion de son jubilé, à la Société scientifique, qui depuis vingt-cinq ans a tant contribué à la réalisation d'un idéal qui est aussi le nôtre et qui consiste à montrer l'harmonie entre la foi et la raison. » L'Université de Fribourg, comme nous l'avons dit plus haut, était représentée à nos fêtes jubilaires par l'un de ses professeurs, M. le Dr Fr. Daniels.

Mgr Molloy, recteur de l'Université catholique de Dublin, nous exprima, avec toutes ses félicitations, ses vifs regrets d'être empêché, à cause d'un voyage à Rome, d'assister à nos fêtes jubilaires.

En déléguant au milieu de nous M. le professeur G. Kurth pour y représenter la *Leo Gesellschaft* de Vienne, son président Mgr Schindler nous offrait les vœux qu'il formait pour la prospérité de notre Association.

Signalons encore le souhait formulé par M. le Dr H. Cardauns, secrétaire général de la *Görres Gesellschaft* : « Puissent nos deux associations qui furent fondées la même année et tendent au même but achever heureusement le second quart de siècle de leur existence, comme elles l'ont fait pour le premier, avec une ardeur égale pour la recherche de la vérité et dans les sentiments d'une amitié et d'une estime réciproques ! »

L'Académie pontificale des *Nuovi Lincei*, dans sa séance publique du 17 mars 1901, déclarait s'associer bien volontiers à la célébration de notre jubilé et chargeait deux de ses membres, M. G. Dewalque, professeur à l'Université de Liége et Mgr Spée, astronome à l'Observatoire royal

d'Uccle, de nous offrir en son nom ses félicitations les plus sincères.

Voici dans quels termes la Société scientifique italienne nous envoyait ses souhaits : « Au nom de la troisième section *(Scienze fisico-matematiche e naturali)* de la *Società cattolica italiana per gli studi scientifici*, nous envoyons nos vœux et nos congratulations à la Société scientifique de Bruxelles, qui à l'occasion de ses fêtes jubilaires achève le cours de vingt-cinq années de sacrifices, de travaux et de triomphes. »

A ces manifestations émanées de corps savants sont venues se joindre un certain nombre de félicitations de hautes personnalités qui ont été empêchées d'assister à nos fêtes jubilaires, mais qui néanmoins ont tenu à exprimer à notre Société leurs sentiments de profonde estime. Nous citerons parmi ces témoignages privés celui de M. de Trooz, ministre de l'Intérieur et de l'Instruction publique et celui de M. le Dr Lefebvre, le premier président de la Société, qu'il eût été si doux de pouvoir acclamer présent au milieu de nous.

M. de Trooz nous écrivait : « Laissez-moi vous prier de recevoir mes bien vives et très cordiales félicitations. Pendant ce quart de siècle, nombreux sont les services rendus par votre Société à la religion, à la science et à la patrie. J'applaudis à vos constants efforts, à vos succès et à vos gages d'avenir. »

« Je compte parmi les meilleures joies et les meilleurs honneurs de ma vie, dit M. le Dr Lefebvre, d'avoir été associé à la fondation de notre Société et, au cours de ses vingt-cinq années d'existence, d'avoir été appelé à deux reprises à l'honneur de la présidence effective... Ce m'eût été une grande joie de pouvoir prendre part aux fêtes jubilaires de notre Société, et je regrette vivement de ne pouvoir m'y associer autrement que par mes félicitations et mes vœux. J'aurais été heureux de me trouver au milieu de vous pour saluer les ouvriers de la première

heure, si nombreux encore, et pour remercier avec eux la divine Providence qui a visiblement béni notre œuvre et lui a donné un si magnifique et si fécond développement. »

A la dernière assemblée générale de la session, la conférence scientifique a été faite par M. Jean Capart sur *Karnak, la ville des temples*, en Égypte.

Des projections lumineuses aussi abondantes qu'intelligemment choisies ont servi d'illustrations au texte du conférencier, qui a réussi à donner à ses auditeurs l'impression très caractéristique de la grandeur des ruines de l'ancienne Égypte et de l'étonnante splendeur de ses monuments.

On a procédé ensuite à l'installation du nouveau président de la Société pour l'année 1901-1902. En prenant possession du fauteuil, M. Proost, directeur général au ministère de l'Agriculture, après avoir remercié le président sortant, M. Lemoine, a rappelé le discours mémorable prononcé en 1874, à Manchester, par le marquis de Ripon, vice-roi des Indes, à l'occasion de sa conversion au catholicisme. « Soyez honnêtes dans vos études, dit-il, ne rejetez aucun fait prouvé... Ayez toujours devant les yeux la distance incommensurable qu'il y a entre le fait et la théorie. Je suis presque tenté de dire que les faits sont divins et les théories humaines. Attachez-vous donc aux faits... Ils peuvent parfois sembler se contredire les uns les autres, que ce soient des faits de la nature ou de l'histoire, ou des faits de la foi et de la raison. En pareil cas, soyez patients, soyez sûrs qu'il ne peut y avoir de contradiction réelle... C'est dans l'honnêteté d'une part et la patience de l'autre que l'on doit trouver la vraie méthode de procéder avec de semblables difficultés. C'est cet esprit impatient, si caractéristique du temps où nous vivons, c'est cet esprit qui rend les difficultés de ce genre tellement insupportables pour beaucoup d'hommes, qu'au lieu d'attendre que le nœud soit délié, ils le tranchent coûte que

A. Proost

coûte et se réjouissent de s'être débarrassés de ses étreintes, fût-ce au prix de la vérité. »

Et maintenant que sont passés les jours de notre premier jubilé, dont nous avons essayé trop imparfaitement de fixer le souvenir en ces pages, pour en rendre l'impression moins fugitive, il reste à recueillir la leçon des faits.

Nous pouvons, nous semble-t-il, remercier Dieu des résultats acquis par la Société scientifique au cours du premier quart de siècle de son existence.

Mais il faut ne pas déchoir ; c'est au prix d'efforts constants, de sacrifices sans cesse renouvelés, du dévouement de tous et de chaque jour que des œuvres comme la nôtre se soutiennent et se perpétuent.

Nos fêtes jubilaires auront, nous osons l'espérer, rappelé sur la Société scientifique de Bruxelles l'attention de tous les catholiques zélés et soucieux de l'honneur de leur foi.

A toutes les âmes généreuses qui souffrent de voir la doctrine révélée battue en brèche par les attaques incessantes de l'incrédulité, à tous les cœurs élevés qui rêvent de prendre en mains la défense de l'Église avec l'arme si fortement trempée de la science, nous disons : « Venez à nous, venez grossir nos rangs, et y prendre la place que laissent ouverte tant de vaillants que la mort fauche chacun à leur tour. »

J. Van den Gheyn, S. J.

LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE

DE BRUXELLES (1)

(1875-1901)

Éminence, Excellence, Mesdames et Messieurs,

Il y a un peu plus d'un quart de siècle, le 18 novembre 1875, avait lieu la séance inaugurale de la *Société scientifique de Bruxelles*, devant une assemblée nombreuse, où se trouvaient des représentants de presque toutes les villes de la Belgique et aussi quelques membres étrangers de notre jeune association.

Aujourd'hui, nous célébrons notre jubilé de vingt-cinq ans, en présence d'une réunion bien plus imposante ; nous avons en ce jour, comme Présidents d'honneur de cette fête jubilaire, un prince de l'Église romaine, Son Eminence le Cardinal-Archevêque de Malines, et le représentant de S. S. le Pape Léon XIII auprès de Sa Majesté le Roi des Belges, Son Excellence Mgr Granito di Belmonte, archevêque d'Édesse; M. de Trooz, ministre de l'Intérieur, l'un des membres de ce gouvernement catholique auquel la Belgique doit d'être comme une oasis paisible au milieu des orages qui menacent ou agitent d'autres pays, s'est fait représenter à cette solennité. Autour de nous, nous voyons les délégués des

(1) Rapport présenté à l'assemblée générale du 10 avril 1901, par M. Mansion, secrétaire de la Société scientifique.

Universités et des Sociétés scientifiques catholiques, des notabilités de la politique et de la science.

En rapprochant ces deux dates, 18 novembre 1875, 10 avril 1901, le premier sentiment de nos cœurs est un sentiment de gratitude envers la divine Providence qui a si visiblement béni la Société scientifique de Bruxelles. *Nisi Dominus aedificaverit domum, in vanum laboraverunt qui aedificant eam.* Si le Seigneur n'avait travaillé avec nous, tous nos labeurs auraient été vains.

Nous remercions, au nom de notre association, tous ceux qui veulent bien rehausser de leur présence la solennité de cette séance jubilaire : d'abord, ceux qui, sans appartenir à la *Société scientifique de Bruxelles*, ont répondu à nos invitations, puis Messieurs les délégués des Universités et des Sociétés scientifiques catholiques, et M. le Directeur général de l'enseignement supérieur, représentant de M. le ministre de l'Intérieur ; enfin et surtout, nos Présidents d'honneur en ce jour, Son Excellence Mgr le Nonce apostolique et son Éminence le Cardinal-Archevêque de Malines.

C'est aussi pour accomplir un devoir de reconnaissance envers nos collaborateurs, particulièrement envers les ouvriers de la première heure, que nous allons essayer de retracer sommairement l'histoire de la Société scientifique, surtout pendant cette période de son existence où elle avait pour guide son premier secrétaire général, le R. P. Carbonnelle de la Compagnie de Jésus. Si nous attendions les noces d'or de la Société pour rassembler ces souvenirs, il serait à craindre qu'aucun des premiers fondateurs de la Société ne fût plus là pour les contrôler ou en attester la vérité.

I

LA FONDATION DE LA SOCIÉTÉ

Quels ont été les initiateurs du mouvement qui a abouti à la fondation de la Société scientifique ? Si mes renseignements sont exacts, au début, trois groupes y ont travaillé avec une égale ardeur.

Il y a d'abord le groupe agricole, si j'ose ainsi dire. C'est l'un de nos vénérables présidents d'honneur de cette année jubilaire, M. le Comte van der Straten Ponthoz, ce digne vétéran de toutes les œuvres catholiques ; c'est M. Léon 't Serstevens qui, après une vie consacrée à l'étude de tous les moyens de relèvement de l'agriculture, nous a été enlevé pendant cette année même ; c'est encore et surtout notre Président d'après-demain, M. Proost, qui, dans la suite, devait porter de si rudes coups à la routine agricole dans notre pays. M. Proost était rentré de Paris, où il avait fréquenté des laboratoires de savants célèbres mais incrédules, pénétré de la nécessité de fonder une ligue internationale de savants religieux contre le matérialisme : il faut, disait-il, attaquer les incroyants sur le terrain scientifique, sur le terrain des faits ; en même temps, pour avoir à l'avenir des lutteurs nombreux et bien armés, il faut répandre le goût des études scientifiques parmi les catholiques, et réformer l'enseignement moyen dans ce sens.

Un second groupe était celui des membres des cercles Cauchy. Notre confrère, M. Lagasse, avait fondé, avec quelques amis, pendant ses années d'université, un cercle où des jeunes gens s'exerçaient à l'art de la parole en faisant des conférences scientifiques à leurs camarades. Ce cercle ne resta pas isolé. Un de ses membres, feu Th. Belpaire, créa des cercles analogues à Anvers, puis à Nivelles avec M. Lagasse, et à Mons, sous le nom de

Cte H van der Straten Ponthoz

« cercles Cauchy ». Grâce à l'impulsion de Th. Belpaire et de M. Lagasse, des cercles Cauchy furent aussi fondés à Louvain, sous le patronage de Gilbert, professeur à l'Université catholique, et à Bruxelles par le R. P. Carbonnelle. Il y en avait même deux dans cette dernière ville.

Le R. P. Carbonnelle, Gilbert, M. le Dr Lefebvre et d'autres professeurs de l'Université catholique de Louvain formaient un troisième groupe où fermentaient des idées semblables à celles de MM. Proost, Lagasse et de leurs amis, mais avec cette nuance : selon eux, il faut non seulement vulgariser la vraie science et en combattre les contrefaçons, mais il faut surtout faire œuvre de savant dans le sens technique du mot, en se livrant à des recherches personnelles. Le P. Carbonnelle était profondément pénétré de l'importance de la science et de la presse scientifique au XIXe siècle. Sans parler de son activité comme publiciste à l'époque où il était à Calcutta, je rappellerai la part importante qu'il prit à la rédaction des ÉTUDES RELIGIEUSES publiées par les Pères de la Compagnie de Jésus à Paris, un peu avant 1870 : il y fit paraître une foule d'articles sur des sujets scientifiques, dont quelques-uns extrêmement remarquables sur la thermodynamique.

Les trois courants dont je viens de parler se rencontrèrent dans les réunions des cercles Cauchy. L'idée surgit chez MM. Proost, Lagasse et, après quelques hésitations plus ou moins grandes, chez le P. Carbonnelle et chez Gilbert, de grouper les éléments divers chez qui l'on voyait les mêmes tendances, en une Association catholique pour l'extension et la diffusion de la science. Quatre réunions préliminaires eurent lieu en 1875, le 1er et le 22 mars, le 10 et le 17 juin, à la *Société centrale d'Agriculture* qui devint ainsi le centre de cristallisation des efforts dont je viens de parler. On peut dire que le 17 juin 1875 la Société était virtuellement fondée, les

articles fondamentaux du règlement de la Société scientifique de Bruxelles étaient arrêtés : elle emprunte sa devise au concile du Vatican : *Nulla unquam inter fidem et rationem vera dissensio esse potest ;* elle ne permet pas qu'il se produise dans son sein aucune attaque même courtoise à la philosophie spiritualiste ou à la religion catholique ; son but est de favoriser l'avancement et la diffusion de la science par la publication d'ANNALES consacrées à des travaux originaux, et d'une REVUE de haute vulgarisation ; la Société ne s'occupe pas des sciences morales ; elle se répartit en cinq sections : I. Sciences mathématiques. II. Sciences physiques. III. Sciences naturelles. IV. Sciences médicales. V. Sciences économiques.

Mais quelle activité ne fallut-il pas déployer pour transformer la Société créée virtuellement en juin 1875 en une Société réelle ayant un nombre suffisant d'adhérents pour vivre et se développer ! Ceux-là seuls peuvent s'en faire une idée qui ont vu à l'œuvre, à cette époque, le R. P. Carbonnelle, MM. Gilbert, Lagasse, Proost et leurs amis. Rien ne les découragea, ni les courses inutiles, ni les longues et multiples correspondances sans succès apparent, ni les refus des catholiques trop timides ou trop ardents qui trouvaient la nouvelle association trop ardente ou trop timide. La Société centrale d'Agriculture, l'Université de Louvain, la Compagnie de Jésus, l'Académie royale et l'Académie de médecine, la noblesse et la haute bourgeoisie, le clergé, les Universités de l'État donnèrent un grand nombre d'adhérents belges. Le R. P. Carbonnelle, accompagné de Gilbert, fit en France une tournée de recrutement d'où il rapporta des adhésions précieuses, de membres de l'Institut, de professeurs des jeunes universités catholiques francaises, d'Abbadie, Hermite, Charles Sainte-Claire Deville, Puiseux, de Lapparent, Witz, Boulay, etc. Bientôt on pouvait ajouter à ces adhésions celles du P. Secchi, de Barrande, du P. Perry ; S. É. le Cardinal-Archevêque de Malines, Mgr Dechamps,

s'inscrivait d'ailleurs en tête de la liste des membres fondateurs.

Le 18 novembre 1875, lors de la séance inaugurale de la Société, le R. P. Carbonnelle put annoncer qu'au lieu des 250 membres jugés nécessaires en juin pour constituer définitivement la Société, il y en avait 453, presque le double: 50 avocats, 50 médecins, 60 ingénieurs, 70 professeurs, dont 35 universitaires, avaient répondu à son appel.

Le R. P. Carbonnelle et notre premier président, M. le Dr Lefebvre, prononcèrent à cette séance inaugurale deux discours-programmes qui firent une profonde impression sur ceux qui les entendirent (1). Les deux orateurs s'étaient inspirés l'un et l'autre de la première constitution du concile du Vatican, cette charte des rapports de la Foi et de la Raison. *La science*, disaient-ils avec les Pères du concile, *quand elle est fidèle à sa propre méthode, conduit à Dieu, sa grâce aidant ; quand les savants s'insurgent contre la foi, c'est qu'ils sont infidèles à la méthode scientifique ou qu'ils ignorent les enseignements de la foi.*

Depuis cette séance mémorable où les statuts provisoires furent définitivement adoptés, le R. P. Carbonnelle, élu secrétaire général de la Société scientifique, en devint, comme l'a dit Gilbert, le guide, « le moteur et l'inspirateur. Animé d'une passion vraie pour le progrès scientifique, doué d'une volonté de fer, d'une activité infatigable, d'une intelligence hors ligne, qui s'appliquait avec un égal succès aux mathématiques et à la philosophie, comprenant et parlant plusieurs langues ; écrivain solide, nerveux et mordant, le P. Carbonnelle était vraiment l'homme prédestiné pour cette œuvre et l'on peut dire qu'il s'y est dévoué jusqu'à la mort ».

Pendant l'année 1876, tout en organisant les premières sessions de la Société scientifique, il fait une propagande

(1) Voir, dans l'appendice à ce rapport, le discours de M. le Dr Lefebvre.

infatigable en faveur de la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES dont la fondation a été décidée, et enfin, en janvier 1877, il peut en publier le premier numéro.

On peut dire qu'à partir de ce moment, la partie scientifique de l'organisme de la Société, grâce au R. P. Carbonnelle surtout, a pris sa forme définitive quant à la tenue des sessions et à la publication des ANNALES et de la REVUE.

Dans chacune des sessions, les sections s'assemblent le matin et les membres y exposent leurs recherches scientifiques personnelles. Elles sont publiées dans les ANNALES. Dans les réunions générales de l'après-midi se font des conférences de haute vulgarisation scientifique : elles paraissent en résumé dans les ANNALES, *in extenso* dans la REVUE. Celle-ci publie en outre des articles étendus, des comptes rendus bibliographiques, des analyses des recueils périodiques qui permettent à ses lecteurs de se tenir au courant des découvertes de la science contemporaine, de connaître les réponses que des savants autorisés font aux objections contre la religion et soi disant empruntées aux sciences de la nature ; on y fait ressortir, à chaque occasion, les harmonies providentielles de la philosophie naturelle et de la révélation.

II

LA VIE EXTÉRIEURE DE LA SOCIÉTÉ

Je lasserais la patience de mon bienveillant auditoire si je continuais l'histoire de la Société avec autant de détails que je viens de le faire pour les premières années. Je me contenterai pour le reste d'une esquisse rapide et de quelques détails statistiques. Je parlerai d'abord de son histoire externe, puis de ses publications.

Les statuts de la Société sont restés ce qu'ils étaient à

Ch. Lagasse-Lacaut

l'origine, à part une légère modification votée en octobre 1877 : la petite session de juillet, qui coïncidait avec les examens ou avec les vacances universitaires fut supprimée, la grande session fut transportée d'octobre aux vacances de Pâques. Transitoirement, la troisième année sociale compta cinq sessions : en janvier, mai et novembre 1878, en janvier et avril 1879. C'est à cause de ce déplacement de la grande session d'octobre aux Pâques que nous n'avons pas célébré nos fêtes jubilaires en octobre 1900, mais en avril 1901.

Pendant la quatrième année de la Société scientifique, grâce à l'initiative de son Président d'alors, M. L. Henry, professeur à l'Université catholique de Louvain, le Conseil arrêta un règlement pour l'encouragement des recherches scientifiques. Depuis cette époque, la Société a accordé maintes fois des subsides à ceux de ses membres qui, poursuivant une recherche déterminée, se voient arrêtés par les dépenses qu'elle entraîne. Des concours ont aussi été institués : le sujet en est proposé par les diverses sections. Les prix sont de cinq cents francs au moins : la Société y joint une médaille d'une conception originale due au Baron Béthune. Jusqu'à présent, nous avons pu la décerner trois fois : à M. l'abbé G. Smets, professeur au Collège épiscopal de Hasselt, pour ses recherches sur les *Chéloniens ;* à M. Ch.-J. de la Vallée Poussin, de l'Université de Louvain, pour un mémoire *sur les intégrales définies* qui est devenu immédiatement classique en haute analyse; enfin, au R. P. Deschamps, S. J., pour une *Étude comparée du rein (néphridie) chez les Gastéropodes prosobranches et pulmonés.*

La Société a été présidée treize fois par des Belges, douze fois par des savants français. Les présidents belges ont été sept fois des professeurs de l'Université catholique : MM. le Dr Lefebvre et L. Henry (chacun deux fois), MM. Gilbert, de la Vallée Poussin et F. Dewalque. Les autres présidents belges ont été M. G. Dewalque de l'Uni-

versité de Liége, M. Mansion de l'Université de Gand, feu le général Jacmart, et MM. Delgeur, 't Serstevens et Lagasse.

L'Université catholique de Paris nous a présidés trois fois en la personne de M. de Lapparent. L'Université catholique de Lille représentée par MM. Béchamp, Desplats et Witz, trois fois aussi ; les autres présidents français ont été MM. d'Abbadie, de Nadaillac, Domet de Vorges, le regretté M. Vicaire et enfin deux fois notre cher président d'aujourd'hui, M. G. Lemoine.

En 1893-1894, nous eûmes comme président d'honneur M. Hermite dont on venait de fêter le jubilé de soixante-dix ans. A la session d'avril 1900, la *Société scientifique*, voulant donner à M. le Dr Lefebvre et à M. le Comte van der Straten Ponthoz un témoignage de gratitude et de respect, les a nommés présidents d'honneur pour la durée de notre année jubilaire.

Le nombre des membres de la Société a été en augmentant jusqu'à la lutte scolaire de 1879-1884. A partir de cette époque et à la grande douleur du P. Carbonnelle, il y eut une notable diminution. Depuis 1896, nous constatons, au contraire, une marche légèrement ascendante. La multiplicité des œuvres nouvelles qu'il a fallu créer depuis 1880, pour parer aux dangers de la lutte scolaire et de la crise sociale révélée par les troubles de 1886, explique parfaitement la diminution dont j'ai parlé tantôt : elle ne se faisait d'ailleurs sentir qu'en Belgique. Nos membres de France, d'Espagne et des autres pays nous restèrent fidèles.

Heureusement, pendant cette période difficile, la Revue des Questions scientifiques, sous la direction énergique du P. Carbonnelle, prospérait à tous les points de vue. Le nombre des abonnés alla en croissant pendant longtemps. C'est grâce aux bénéfices accumulés pendant ces années grasses, par sa prudente administration, que nous avons pu traverser les années maigres qui ont suivi sa mort.

Les intérêts du capital de la Société suffisent à peu près chaque année, à combler le déficit que laisse maintenant la publication de la Revue et des Annales, depuis que nous publions plus souvent des mémoires à planches. Nos économies font l'office du volant dans les machines, elles maintiennent l'uniformité du mouvement dans la vie financière de la Société.

En 1890, sur l'initiative de M. Kurth, et en vue de faciliter la tenue des Congrès scientifiques internationaux des catholiques, nous avons conclu une fédération avec la *Société bibliographique* de Paris qui poursuit le même but que nous, dans le domaine des sciences historiques. Chacune des deux associations est représentée, depuis lors, à l'assemblée annuelle principale de l'autre et il y est donné lecture d'un rapport sommaire sur ses propres travaux.

Les membres de la Société scientifique de Bruxelles ont pris une part importante aux Congrès scientifiques internationaux des catholiques, en 1888 et 1891 à Paris, en 1897 à Fribourg, en 1900 à Munich. En 1894, ce sont nos membres qui ont assumé la tâche d'organiser la session de Bruxelles et ils ont réussi dans cette entreprise assez ardue.

Depuis 1890, et en vue de se faire connaître davantage, la Société scientifique a tenu sa session d'octobre en dehors de Bruxelles. En 1890 ce fut à Louvain, en 1891 à Gand, en 1892 à Liége, en 1893 à Namur, en 1894 à Anvers, en 1895 à Tournai, en 1896 à Malines, en 1897 à Charleroi, en 1898 à Louvain, en 1899 à Lille. Alors comme aujourd'hui, nous avons rencontré partout les plus vives sympathies auprès des autorités civiles et religieuses. A Louvain et à Lille, les recteurs des Universités catholiques voulurent bien présider nos assemblées générales ; à Anvers, ce fut le gouverneur de la Province ; à Namur, le gouverneur et le délégué de Mgr l'Évêque, alors en tournée de confirmation ; à Gand et à Tournai, à la fois

Mgr l'Évêque et M. le Gouverneur ; à Charleroi, le P. Recteur du Collège des RR. PP. Jésuites; à Liége, Mgr l'Évêque; à Malines, S. É. le Cardinal-Archevêque. Dans ces diverses occasions, les autorités ecclésiastiques ne se sont pas contentées de nous encourager de leur présence; partout, Nosseigneurs les Évêques nous ont adressé des paroles de direction, avidement écoutées et soigneusement recueillies.

Nous avons rencontré les mêmes sympathies près des cinq représentants du Souverain Pontife qui se sont succédé à la nonciature de Belgique. Aussi, LL. ÉÉ. les cardinaux Ferrata, S. Vannutelli, Nava de Bontife, S. Exc. Mgr Rinaldini, et enfin S. Exc. Mgr Granito di Belmonte qui nous préside aujourd'hui, sont-ils inscrits dans la liste de nos membres fondateurs.

Enfin, vous le savez, Messieurs, Sa Sainteté le Pape, lui-même, a daigné nous encourager plusieurs fois. A nos débuts, le 15 janvier 1879, il voulut bien adresser à la Société une lettre qui, depuis lors, figure en tête de nos Annales, à la place d'honneur ; dix ans plus tard, quand la mort de notre premier secrétaire général amena une crise qui mit en péril l'existence même de la Société, c'est grâce à l'intervention de Sa Sainteté, provoquée par Mgr Nava di Bontife (1), que nous avons pu franchir les difficultés du moment. Plus tard, la Société ayant envoyé au Saint-Père une adresse à l'occasion de son jubilé épiscopal, nous reçûmes encore du cardinal Rampolla une lettre d'encouragement et de direction.

En cette année jubilaire, la Société scientifique de Bruxelles a de nouveau fait parvenir à Sa Sainteté l'expression de son filial dévouement, dans une adresse transmise à Rome par Son Excellence le Nonce apostolique.

(1) Comme témoignage de sa gratitude, la Société a fait frapper un exemplaire en vermeil de la médaille de la Société qui a été remis à Mgr Nava di Bontife, le 27 avril 1892, en son hôtel, par M. le Dr Lefebvre, Président de la Société, entouré des membres du Conseil.

Dans sa paternelle affection, le Saint-Père vient d'y répondre par une nouvelle lettre plus précieuse que toutes les précédentes et dont vous venez d'entendre la lecture. Cette lettre est, pour tous les membres de la Société scientifique de Bruxelles, la plus douce récompense qu'ils pussent espérer et nous demandons à S. Exc. le Nonce apostolique de vouloir bien transmettre au Saint-Père l'expression de notre vive gratitude, et d'agréer en même temps nos remercîments pour la part qu'il a prise à l'obtention de cette faveur.

III

LES TRAVAUX DE LA SOCIÉTÉ

Depuis ses débuts, la Société a tenu 79 sessions, quatre les deux premières années, cinq la troisième, trois chacune des vingt-deux suivantes. Elle a publié 24 volumes d'ANNALES, 48 volumes de la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES ; à la fin de cette année, ces chiffres seront portés à 25 et à 50.

A. *Travaux des sections.* Les cinq sections se sont réunies de 80 à 160 fois pendant cette période. Il est difficile de parler en détail de leurs travaux dans ce rapport général ; mais ils seront indiqués, au moins, d'une manière sommaire, dans des rapports spéciaux dus à la plume plus compétente des secrétaires de chaque section. Je me contente donc d'une sèche énumération des auteurs de ces travaux (1).

1. *Sciences mathématiques, y compris l'astronomie et la*

(1) Les noms en italiques sont ceux d'auteurs de notes, résumés ou rapports sommaires publiés dans la première partie des ANNALES Les mémoires qui ne sont que résumés dans les ANNALES ont souvent paru *in extenso* dans la REVUE. Comme il n'existe pas de table générale des ANNALES, il est possible que, malgré tous nos efforts, nos listes ne soient pas absolument complètes.

science de l'ingénieur : d'Abbadie, Baule, Belpaire, Bosmans, Braet, Carbonnelle, J. Carnoy, Clasen, Cousin, de Fierlant, de Lisleferme, De Tilly, *Dusausoy*, Dutordoir, d'Esclaibes, Ghysens, Gilbert, Goedseels, Guyétand, Haton de la Goupillière, Heis, Hermite, *Humbert*, Jordan, Joubert, Lafont, Lamey, Lechalas, Le Paige, *Leray*, Mansion, de Montessus, *Neuberg*, d'Ocagne, Pasquier, Pepin, Perry, Puiseux, de St-Venant, de Salvert, Secchi, *Sibenaler*, de Sparre, Stoffaes, Suttor, Teixeira, Turquan, Ch.-J. de la Vallée Poussin, A. Van Biervliet, *Vanderlinden*, Vicaire, *Vierendeel*, Ward.

2. *Sciences physiques :* Aschman, *Bareel*, Bruylants. Carbonnelle, *Chautard*, Claes, *Coupé*, *De Heen*, *De Hert*, *Delacre*, *de Locht*, *Delemer*, Delsaulx, *De Muynck*, *De Preter*, de Regnon, *Fr. Dewalque*, *De Greeff*, *Ducretet*, Duhem, *Gérard*, Gilbert, *Gill*, L. Henry, *P. Henry*, *Leconte*, Lemoine, Le Noble, *Lucas*, Ponthière, Schaffers, *Schmitt*, Thirion, *Thiry*, Van Aubel, A. Van Biervliet, *Van Geersdaele*, Van der Mensbrugghe, Van Tricht, *Witz*.

3. *Sciences naturelles :* d'Abbadie, *Alexis-M. G.*, Arcelin, *Ballion*, *Bapst*, Béchamp, Bellynck, *Bernardin*, *Blondel*, Bolsius, Boulay, Bourgeat, *Buisseret*, *Capart*, *J.-B. Carnoy*, De Beys, de Fierlant, Degive, *Delattre*, *Delgeur*, *Delvigne*, Deschamps, *Dierckx*, *G. Dewalque*, Dewèvre, Dollo, de Dorlodot, *P. Dumont*, Étienne, *Fabre*, Ferron, *P. George*, *Hahn*, *Lambiotte*, de Lapparent, *Leclercq*, Lecomte, *M. Lefebvre*, H. Lefebvre, de Limburg-Stirum, Magens-Mello, *A. Meunier*, F. Meunier, Monier, *de Nadaillac*, *Oomen*, Proost, *Rachon*, *Renard*, *Rousseau*, Schmitz, *Schupp*, *H. et L. Siret*, Sohncke, *Stainier*, *Storms*, *Swolfs*, *de Trazegnies*, de la Vallée Poussin, Van den Gheyn, *Van Ortroy*, *Van Segvelt*, *de Vorges*, Vicent, *de Wavrin*, *Werotte*, Wouters.

4. *Sciences médicales : Borginon*, Charlier, Cousot, *Cuylits*, *Dansette*, *Debaisieux*, De Buck, Dr De Lantsheere, De Moor, Delcroix, *Denys*, Derville, *Deschamps*,

Desplats, *Dever*, *Domec*, A. Dumont, Eeckman, *Eustache*, Faidherbe, Faucon, *Francotte*, Goix, Goris, *Glorieux*, *Guermonprez*, Hairion, *Henseval*, Heymans, Huyberechts, Lahousse, Laruelle, Lefebvre, Legouix, Lemière, *Masoin*, *Matagne*, Meessen, Moeller, Obet, *Papillon*, *Rutten*, *Schneider*, *Simon*, *Struelens*, *J. Van Biervliet*, *Van Gehuehten*, Van Heuverswijn, *Van Keerbergen*, Dr Vanderlinden, Venneman, *Verriest*, Warlomont, *Willième*.

5. *Sciences économiques et agrieulture : André*, *Blondel*, *Edm. Carton de Wiart*, Cartuyvels, Cousin, De Beys, *Dejace*, *L. De Lantsheere*, *De Marbaix*, *E. Dubois*, *A. Dupont*, *Focillon*, *Ghesquière*, *Gisler*, *A. Henry*, V. Jacobs, *Cl. Jannet*, *Julin*, *Kennis*, de Kirwan, *Lambreehts*, *Lebon*, Leplae, Marlin, *de Moreau*, Nerincx, Proost, Pyfferoen, Theunis, *Thiebauld*, 't Serstevens, *J. de la Vallée Poussin*, *van der Straten Ponthoz*, *Van Geetruyen*, *Vanden Bossche*, *Van der Smissen*, *Visart*, *Vliebergh*, *Wauequez*.

Ces diverses sections ont une vie autonome, particulièrement la section de médecine, et celle d'économie et d'agriculture. La section de médecine a une tendance pratique plus accentuée que les trois premières sections : souvent, au lieu d'y étudier des maladies, on y étudie des malades en chair et en os qui sont présentés à la section par leur médecin traitant. La cinquième section qui, après une assez longue éclipse, est ressuscitée grâce à l'énergique impulsion de présidents et de secrétaires zélés, a une tout autre allure : on y traite souvent, avec ampleur, dans des conférences-rapports, suivies de discussions, des questions spéciales d'économie sociale.

Dans les trois premières sections, les communications sont d'importance très inégale ; elles se résument les unes dans de courtes notes, les autres, dans des mémoires étendus. Je ne dirai rien des travaux de nos confrères de France, relatifs aux sciences cultivées dans ces trois sections, parce que les noms de leurs auteurs les recommandent suffisamment. Mais qu'il nous soit permis de

signaler quelques travaux dus à des savants belges, qui, au dire de juges compétents, ne dépareraient pas les Recueils des grandes académies, et qui, pourtant, ne sont pas assez connus en Belgique. Citons, par exemple, le grand Mémoire de Gilbert sur le barogyroscope dont l'impression fut votée dans les MÉMOIRES DE L'INSTITUT DE FRANCE et qui valut à son auteur le titre de Correspondant de l'Académie de Paris; les recherches de Ch. J. de la Vallée Poussin sur les intégrales définies et sur les nombres premiers; celles de M. L. Henry sur une foule de questions de philosophie chimique; les études de M. Van der Mensbrugghe sur la constitution des liquides et celles du P. Schaffers, S. J., sur les machines électriques ; la genèse de la crête du Condroz et de la grande faille, par le chanoine de Dorlodot ; etc., etc.

Je termine ce que j'ai à dire de nos ANNALES par un aveu pénible. Quelques-uns des volumes de cette collection ont un aspect assez rébarbatif : ils sont affectés d'hypertrophie mathématique. Heureusement c'est l'inverse pour la REVUE d'où les hiéroglyphes de l'algèbre sont presque entièrement bannis. La chose est facile à expliquer : les recherches d'analyse et de géométrie ne sont pas susceptibles de vulgarisation, mais elles sont plus faciles à instituer que des expériences de physique, de chimie, de physiologie ou des observations relatives aux sciences naturelles, médicales et économiques.

B. *Conférences*. Dans nos séances de l'après-midi, nous avons eu 180 conférences de haute vulgarisation scientifique : 25 relatives aux mathématiques, à l'astronomie et à l'art de l'ingénieur ; 25 sur la physique et la chimie ; 25 sur l'agriculture ou l'économie sociale ; 35 sur la physiologie, la médecine et l'hygiène ; 55 sur les sciences naturelles, surtout sur la géologie, la paléontologie et la géographie ; 15 sur des sujets touchant à la philosophie des sciences ou aux confins de la philosophie et des sciences de la nature.

Ph. Gilbert

Le conférencier que nous avons eu le plus souvent le plaisir d'entendre et d'applaudir a été M. de Lapparent ; il ne nous a pas fait moins de neuf conférences, neuf conférences où, grâce à la magie de sa parole, nous avions l'illusion de comprendre les questions générales les plus controversées de la géologie. Après lui, si je ne me trompe, c'est M. Proost qui nous a entretenus le plus souvent : huit fois, il est monté à la tribune de la Société pour y défendre éloquemment les idées qui lui sont chères, sur l'enseignement des sciences naturelles et sur les moyens de faire progresser l'agriculture.

Citons encore parmi nos conférenciers les plus aimés : M. le marquis de Nadaillac, MM. Witz et Desplats de l'Université catholique de Lille ; MM. Lefebvre, Verriest, de la Vallée Poussin, Gilbert, Masoin, Cousin, Henry, Fr. De Walque, Debaisieux, Denys, Van Gehuchten, Ponthière, de Lantsheere, de l'Université de Louvain ; MM. Francotte et de Locht, de celle de Liége ; MM. Heymans, Van der Mensbrugghe, Van Biervliet, Vander Linden, de celle de Gand ; les RR. PP. Van Tricht, Van den Gheyn, Lucas, Hahn, de la Compagnie de Jésus ; MM. Leclercq et Joseph de la Vallée Poussin ; etc., etc. — Je m'arrête, parce qu'il est impossible de tout dire dans un discours (1).

(1) Voici la liste chronologique, complète croyons-nous, de nos conférenciers jusqu'à la session d'avril 1901, exclusivement : Dr Lefebvre (4), de la Vallée Poussin (5), 't Serstevens (6), Renard (7), Proost (8), Verriest (5), Carbonnelle (2), De Heen, Lecomte (2), de Lapparent (9), Gilbert (2), Jacobs, De Beys, Masoin (5), Perry (4), Moeller (4), de Moreau, d'Abbadie (3), Lebon, J. Cartuyvels, Jacmart, Béchamp, Papillon, Desplats (3), Boulangé, Chautard, Cousin, Domec, Lafont, Henry (2), Van Tricht (7), Focillon, André, Thiebauld (2), de Locht (2), Delgeur (2), Fr. Dewalque, Thirion (2), De Marbaix, Rachon (2), Vicaire, Cuylits, Van den Gheyn (4), de Nadaillac (2), Visart (2), Witz (6), Francotte (4), Blondel, Cousot, Smets, Dollo (5), Kennis, G. Lemoine, Siret, Bapst, de Kirwan, Stainier (2), Buisseret, Cl. Jannet, Alexis, Swolfs, Lagasse (2), d'Ocagne, Van der Smissen, R. P. Dumont, J. de la Vallée Poussin (2), Debaisieux, M. Lefebvre (2), Van der Mensbrugghe, Dierckx, Denys (2), Leclerq (2), Dewèvre, Schmitz, Lucas (5), Heymans (2), Hahn (2), Van Gehuchten, Vierendeel, Gaston 't Serstevens, Laruelle, Delattre (2), Ponthière, Gerard, Huyberechts, Monthaye, Van Biervliet, Vanderlinden, Leplac, L. De Lantsheere.

Parmi ces conférences, quelques-unes sur le darwinisme, la physiologie du cerveau, l'homme préhistorique, la parole, la conciliation du déterminisme physique avec la liberté humaine, portaient sur des questions de philosophie naturelle de la plus haute importance. D'autres, par exemple, celles du R. P. Lucas sur les rayons X et sur la télégraphie sans fil, ont été de vraies primeurs scientifiques pour le public instruit qui y a assisté. N'est-ce pas d'ailleurs à un membre de la *Société scientifique de Bruxelles*, M. Branly, professeur à l'Institut catholique de Paris, que l'on doit l'invention du récepteur qui a rendu possible la télégraphie sans fil, ce récepteur qui, comme un œil électrique, perçoit les oscillations hertziennes ?

Trois fois, au moins, des conférences ont été l'origine d'ardentes discussions sur des questions d'enseignement, enseignement des mathématiques ou des sciences naturelles dans les collèges, enseignement supérieur de l'agriculture. Nous faisons-nous illusion en croyant que cette dernière discussion n'a pas été sans influence sur la création de l'École supérieure d'agriculture de Louvain, et que les deux autres ont contribué au perfectionnement de l'enseignement scientifique dans les collèges catholiques ?

C. *Revue des Questions scientifiques*. Le compte rendu de ces discussions et le résumé de la plupart des conférences ont été publiés dans les Annales de la Société. Mais c'est dans la Revue des Questions scientifiques que les conférences elles-mêmes ont paru *in extenso*.

Dans les Annales, la Société prouve qu'elle est, dans la mesure modeste qui convient au petit pays auquel elle doit le plus grand nombre de ses collaborateurs habituels, une association sérieuse pour l'avancement de la science.

Dans la Revue, au contraire, nous nous affirmons comme une Société pour la diffusion de la science dans un sens spiritualiste et chrétien. C'est par la Revue que nous agissons sur le public ; c'est dans ses pages que nous lui

faisons connaître les noms et les œuvres des grands savants catholiques : Volta, Ampère, Plateau, Lavoisier, Chevreul, Dumas, Puiseux, Pasteur, Van Beneden, d'Omalius d'Halloy, Dumont, Daubrée, Le Verrier, Secchi, Cauchy, Hermite, Le Play ; nous y mettons nos lecteurs en communication intellectuelle avec les savants contemporains qui continuent la tradition de ces illustres morts, qui professent hautement comme eux la foi chrétienne en même temps que leur amour pour la science et ses progrès.

Chaque livraison de la Revue contient d'abord des articles de grand texte qui prennent les deux tiers du volume ; les questions qui y sont traitées le sont largement, avec le luxe de détail qui convient à un recueil de ce format. Viennent ensuite des articles bibliographiques en petit texte où les ouvrages scientifiques les plus importants du dernier trimestre sont analysés et jugés par nos spécialistes. Enfin, une troisième série d'articles beaucoup plus concis et imprimés également en petit texte est consacrée à la « Revue des recueils périodiques ». Astronomie, physique et chimie, géologie, géographie, agriculture et sylviculture, zoologie, anthropologie et physiologie, botanique, paléontologie, médecine, sciences industrielles, économie sociale, tout est représenté dans nos massifs in-octavo trimestriels. Si tous les articles n'en sont pas écrits d'une plume également alerte, s'ils ne sont pas toujours d'une lecture facile, surtout quand la part de nos collaborateurs français y est trop petite, au moins, ils sont, en général, solides et sérieux. S'ils manquent parfois d'actualité, parce que la Revue est trimestrielle, en revanche, toute question scientifique importante y est traitée tôt ou tard par une ou plusieurs plumes compétentes. Nous osons l'affirmer, tout homme instruit qui lit la Revue des Questions scientifiques peut, sans trop de peine, se tenir au courant du progrès des sciences de la nature. Il y apprendra ce que pensent les

savants catholiques sur tous les points où la lutte est engagée entre l'incroyance et la foi, darwinisme, antiquité de l'homme, rapports entre la Genèse et la géologie, physiologie cérébrale, etc. Sur toutes les questions actuellement débattues, il trouvera des armes de défense et d'attaque mieux appropriées aux luttes de notre époque que l'arsenal parfois un peu rouillé des vieilles apologétiques.

Comment donner une idée des 48 volumes de la Revue, 49 dans quelques jours, 50 à la fin de l'année, trente-cinq mille pages environ ? Comment citer particulièrement quelques articles entre cinq ou six cents, plus peut-être ?

Si je signale, par exemple, comme m'ayant particulièrement frappé, les études de Gilbert sur Galilée, celle de M. de Lapparent sur la géologie, de M. Proost sur l'analyse du sol par la plante, de M. de la Vallée Poussin sur la paléontologie et le darwinisme, un autre lecteur de la Revue dira qu'il préfère le savant article de M. l'abbé Vigouroux sur la cosmogonie biblique ou bien ceux où le R. P. De Smedt réfute les calomnies de Draper sur les prétendus conflits de l'Église et de la Science ; un troisième sera surtout enthousiaste des articles de M. Witz sur la thermochimie et l'électricité, et de ceux du R. P. Thirion sur la théorie de la lumière. Un quatrième, un cinquième, un dixième lecteur exprimeront à leur tour d'autres préférences tout aussi justifiables que les miennes.

Mais au moins, on peut faire comprendre l'évolution philosophique de la Revue pendant le premier quart de siècle de son existence, en rapprochant et comparant deux séries d'articles qui y ont paru les uns avant, les autres après 1889, et je crois qu'il est utile de le faire, tout en prévenant mes auditeurs que j'émets ici des vues personnelles.

Les premiers articles auxquels je fais allusion ont été publiés dans la Revue par le R. P. Carbonnelle, d'abord

sous le titre : *L'Aveuglement scientifique*, puis réédités en deux volumes avec le titre plus adéquat : *Les Confins de la Science et de la Philosophie*. Dans ce livre vraiment remarquable, qui rappelle souvent les *Lettres à une princesse d'Allemagne* d'Euler et même l'*Exposition du système du monde* de Laplace, le R. P. Carbonnelle a essayé de fondre en une synthèse puissante, d'une part les découvertes les plus incontestables de la physique et de la biologie modernes, en prenant ces mots dans le sens le plus large, et d'autre part, le système cosmologique de Boscowich, rajeuni, renouvelé et complété de la manière la plus originale. Ceux qui ont lu et médité cet ouvrage, et il mérite de l'être, n'oublieront plus la réfutation qui s'y trouve des rêves antiscientifiques d'Épicure et de Lucrèce, ni l'exposé des lois générales de la mécanique rationnelle et de la thermodynamique, ni la démonstration de la création dans le temps déduite de la loi de la dissémination de l'énergie, ni la critique du darwinisme et de l'argument soi-disant mathématique de Delbœuf en sa faveur, ni tant de pages admirables sur la Providence et la prière, d'après S. Augustin, S. Thomas et Euler. Aussi, depuis l'apparition des *Confins de la Science et de la Philosophie*, que d'articles, que de livres apologétiques même s'en sont inspirés, directement ou indirectement, et ont mis sous une forme plus assimilable les arguments profonds ou subtils du savant auteur !

Mais, chose remarquable, presque tous ceux qui ont utilisé, démarqué ou pillé les *Confins* du P. Carbonnelle l'ont fait en se dégageant du système cosmologique de Boscowich. Ils ont vu, ou du moins ils ont senti instinctivement que les parties les plus solides de son argumentation étaient indépendantes de son dynamisme.

Et ils avaient raison. On peut soumettre à la mécanique rationnelle les propriétés qui sont réductibles à des changements de lieu des éléments géométriques de la matière ; autrement dit, la mécanique rationnelle peut

étudier ce que les scolastiques appellent le *mouvement local* des corps. Mais il n'en est pas de même pour les autres phénomènes que l'École comprenait aussi sous le nom de *mouvement*, dans un sens plus général. « Ces autres propriétés des corps, état solide ou fluide, état de combinaison et de décomposition chimique, état d'échauffement, d'éclairement, d'électrisation, d'aimantation, n'apparaissent pas à nos sens comme des agrégats d'éléments géométriques » en mouvement local. Pendant un siècle, les physiciens géomètres ont essayé de réduire ces propriétés à un pur mécanisme d'éléments géométriques invisibles, au moyen d'hypothèses sans cesse changeantes. Ils y ont d'abord réussi, mais « ils ont fini cependant par se heurter à des difficultés qui paraissent insolubles. Pour nous borner aux plus célèbres, citons seulement ces deux-ci : la difficulté de concevoir un éther susceptible à la fois de demeurer en équilibre stable et de propager les vibrations purement transversales de la lumière ; la difficulté d'imaginer un mouvement calorifique qui s'accorde avec l'inégalité de Clausius. »

Frappé de cette impuissance du dynamisme à se concilier avec les derniers progrès de la physique générale, notre savant confrère de l'Université de Bordeaux, M. P. Duhem, dont je viens de citer les paroles (1), a cherché dans ses livres et ses mémoires, à établir une cosmologie nouvelle, à la fois plus compréhensive et moins hasardeuse que celle de Boscowich et de ses continuateurs. Armé comme personne au point de vue mathématique, sachant traduire en analyse aussi bien les théories chimiques du savant américain Gibbs, qu'il a fait connaître à l'Europe, que celles des grands physiciens de l'ancien continent, ayant en lui ou derrière lui, je ne sais pas au juste, un philosophe thomiste pour le guider

(1) P. Duhem, *Sur quelques extensions récentes de la statique et de la dynamique* (Mémoire présenté à la seconde section, le 9 avril 1901 et publié dans cette livraison même de la REVUE).

quand il touche à la métaphysique, il a aussi le talent d'exposer dans une langue claire et incisive, sous une forme accessible à tous les esprits cultivés, les plus récents progrès des sciences physiques.

Dans une série d'articles publiés dans la REVUE depuis 1892, il a essayé de montrer comment on peut faire entrer les admirables travaux du passé dans une conception nouvelle du monde physique, plus proche des faits que l'ancienne, moins chargée d'hypothèses hasardeuses et cependant tout aussi suggestive de nouvelles recherches et de nouvelles découvertes. Ces articles avaient parfois une apparence paradoxale, ils semblaient trop absolus ; ils ont été combattus ; l'auteur a expliqué et précisé sa pensée et il semble bien que l'accord est près de se faire entre métaphysiciens et savants sur le problème de la cosmologie.

Pendant ces fêtes jubilaires même, M. Duhem présente à la seconde section (j'en suis jaloux pour la première) un résumé, sous forme mathématique, de l'ensemble de ses vues cosmologiques. Il y expose comment « les états et les qualités peuvent être non pas expliqués, mais symbolisés par des nombres et des figures ; ces nombres et ces figures permettent la constitution d'une science embrassant en ses lois non seulement le mouvement local, mais toute espèce de changements et de qualités ».

Mais, dira-t-on, en entendant ces mots de *changement* et de *qualités*, c'est le retour aux doctrines aristotéliciennes et thomistes sur la nature ; ce n'est donc plus seulement la biologie générale, la physiologie du cerveau et la psychologie expérimentale qui nous ramènent à Aristote ? Il en est bien ainsi, dit M. Duhem, « cette science c'est vraiment la physique dont Aristote a esquissé les grandes lignes, mais c'est la physique d'Aristote développée et précisée par les efforts des expérimentateurs et des géomètres, continués sans interruption pendant près de trois siècles. »

Telle a été l'évolution de la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES ; elle a passé du dynamisme à un thomisme élargi. Le 15 octobre 1890, la Société scientifique envoyait à S. S. le Pape Léon XIII, une adresse où elle exprimait « son adhésion entière et explicite à la doctrine philosophique de saint Thomas d'Aquin, telle qu'elle est recommandée dans plusieurs documents pontificaux et en particulier dans l'encyclique *Æterni Patris*. La Société y déclarait « avec les savants dont il est parlé dans cette encyclique, qu'*entre les conclusions certaines et reçues de la Physique moderne et les principes philosophiques de l'École, il n'existe en réalité aucune contradiction.* »

L'évolution doctrinale de notre REVUE dont je viens d'esquisser l'histoire un peu aride atteste que nous avons été fidèles à notre déclaration, et qu'en nous laissant guider par les directions pontificales nous avons marché dans la voie du progrès scientifique.

IV

L'ANNÉE 1900-1901

Ce rapport serait incomplet si je ne vous parlais des travaux, des joies et des douleurs de notre dernière année sociale.

Publications. Depuis la session d'avril 1900, nous avons publié les trois dernières livraisons du tome XXIV des ANNALES, et la première livraison du tome XXV ; la seconde paraîtra dans quelques jours. Nous craignons fort de ne pouvoir donner dans la suite de ce tome XXV, tous les Mémoires dont l'impression a été votée par le Conseil, à cause des planches extrêmement coûteuses qui en font partie intégrante. Plaise à Dieu que notre jubilé nous amène de nouvelles recrues et de nouveaux membres, afin d'augmenter nos ressources et de nous permettre d'éditer,

comme ils doivent l'être, les beaux travaux d'histoire naturelle que nous avons adoptés !

La REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES a paru régulièrement en avril, juillet, octobre 1900 et en janvier 1901 (1). A l'occasion de notre jubilé et devant cette assemblée plus solennelle que de coutume, je remercie une fois de plus de tout cœur au nom de la Société et au mien, le R. P. Thirion, secrétaire adjoint à qui incombe la charge écrasante de la publication des ANNALES et surtout de la REVUE. Avant lui, le R. P. Carbonnelle y a consacré les treize dernières années de sa vie ; puis c'est le bon P. George qui a porté ce rude fardeau pendant sept ans et demi, mettant au service de la Société tout ce

(1) Voici l'indication des principaux articles de ces quatre livraisons :

I. 1. *R. P. M. Dechevrens, S. J.* Le campylographe. 2. *Jean d'Estienne.* La constitution du Soleil et la théorie hyperthermique des taches. — II. 3. *A. Witz.* Les victimes de l'électricité. 4. *J. L.* Martin Van Marum. 5. *R. P. V. Schaffers.* Les fantômes électrostatiques sur les plaques sensibles. 6. Louis Henry. 7. Concours décennal des sciences physiques et chimiques. 8. *R. P. Lucas.* Le Congrès international de physique. 9. *P. Duhem.* Les théories électriques de James Maxwell. — III. 10. *de Nadaillac.* Les trépanations préhistoriques. 11. *R. P. Dierckx.* L'origine de l'homme d'après Haeckel. *Laloy.* Lettre. *R. P. Dierckx.* Réponse. 12. *de Kirwan.* Le monde sous-marin. 13. *J. H. Fabre.* Les psychés. 14. *de Nadaillac.* Le crâne de Calaveras. 15. *J. d'Estienne.* L'homme animal et l'homme social d'après M. Topinard. 16. *M. Lefebvre.* J. H. Fabre. — IV. 17. *P. Masoin.* Gheel, colonie d'aliénés. 18. *Surbted.* Les théories du sommeil. 19. *Henseval.* Les ferments de la caséine et leur rôle dans la maturation des fromages. 20. *X. Francotte.* Le crime. Causes et remèdes d'après Lombroso. — V. 21. *A. Dupont.* L'état présent de l'Espagne et la campagne des chambres de commerce. 22. *Comte Domet de Vorges.* De la justice en matière d'impôt. 23. *de Kirwan.* La prochaine disette de bois d'œuvre dans l'univers. — VI. 24. *A. Arcelin.* La dissociation psychologique. 25. *R. P. Delattre, S. J.* La civilisation assyro-babylonienne. 26. *C. H.* Ventriloquie, nécromancie, divination et prophétisme. 27. *J. Van Biervtiet.* Le problème de la mémoire en psychologie expérimentale. 28. *R. P. Verest.* L'esthétique fondamentale. 29. *R. P. Van den Gheyn, S. J.* Le cinquième Congrès scientifique international des catholiques à Munich. 30. *R. P. Hahn, S. J.* L'induction probable, sa valeur et son utilité. 31. *G. Lechalas.* La théorie de M. l'abbé De Lescluze sur le coloris.

Comptes rendus détaillés de 52 ouvrages ; comptes rendus sommaires de 16 autres. Revue des Recueils périodiques (physique, chimie, physiologie, biologie, sciences industrielles, entomologie, géographie, sylviculture, hygiène, agriculture).

qu'il y avait en lui de dévouement et de scrupuleuse abnégation. Voilà maintenant près de cinq ans que le R. P. Thirion lui a succédé dans ces laborieuses et délicates fonctions, animé d'un même zèle et d'une même ardeur que ses prédécesseurs et trouvant encore, quand il le faut, au milieu des accablants labeurs de sa vie de professeur et d'éditeur, le temps d'écrire des articles remarquables sur l'Optique et l'histoire de l'Astronomie ancienne. Je mentirais à mon cœur et à mon intelligence, si, en cette fête jubilaire, je n'adressais pas à lui et à ses frères de la Compagnie de Jésus, si zélés aussi pour la Société, l'expression de notre bien vive gratitude, en même temps qu'un souvenir ému à ceux qui sont morts à la tâche, le R. P. George et surtout le P. Carbonnelle.

État de la Société. Pendant l'année écoulée nous avons admis vingt nouveaux membres, mais hélas! les démissions et surtout la mort nous en ont enlevé quinze. Je citerai parmi ceux qui nous ont quittés pour une patrie meilleure :

M. Chautard, doyen honoraire de la Faculté des Sciences de l'Université catholique de Lille, l'un de nos plus anciens membres et l'un de nos premiers conférenciers.

M. le chanoine Jules Wouters d'Oplinter, l'un de nos membres fondateurs, mort à l'âge de soixante-treize ans, après une vie consacrée tout entière aux bonnes œuvres et surtout aux œuvres scolaires, digne prêtre qui faisait le bien sans bruit et en s'effaçant le plus possible, conformément à sa devise : *ama nesciri*.

M. Aristide Dupont, enlevé à la fleur de l'âge à sa jeune famille, après avoir publié dans divers recueils des études d'économie sociale et d'ethnographie préhistorique qui semblaient lui présager un sérieux avenir de publiciste chrétien.

Mgr Dabert, évêque de Périgueux depuis 1863, doyen de l'épiscopat français, remarquable par un ensemble de rares vertus et par la vigueur de son enseignement

doctrinal, dans les grandes controverses religieuses contemporaines.

M. le chanoine Maertens, longtemps professeur au petit Séminaire de Saint-Nicolas, l'un de nos meilleurs conférenciers scientifiques en langue flamande.

M. Orban de Xivry, gouverneur du Luxembourg, frappé par la main égarée d'un pauvre insensé au moment même où il l'accueillait avec sa charité de grand chrétien.

M. Léon 't Serstevens, président du Conseil supérieur d'Agriculture, président de la Société scientifique en 1893-1894, membre, depuis vingt-quatre ans, de notre Conseil où ses avis pleins de bon sens et de modération étaient toujours très écoutés. Il est monté maintes fois à la tribune de la Société pour y exposer et défendre les droits et les intérêts de l'agriculture.

Enfin, MM. Vicaire et Hermite dont il convient de rappeler un peu plus longuement le souvenir.

Eugène Vicaire a été l'un des membres les plus dévoués et les plus distingués de la Société scientifique de Bruxelles, notre président en 1895-1896 et collaborateur aux Annales et à la Revue. Né à Ambérieu-en-Bugey, le 28 avril 1839, il entra premier en 1856, à l'École Polytechnique, pour en sortir, également premier, en 1858. Toute sa carrière se fit dans le Corps des Mines (1). Il en parcourut tous les grades jusqu'aux plus élevés, ceux d'inspecteur général des Mines et de vice-président du Conseil général des Mines. « Également versé dans les sciences physiques et mathématiques, il était non moins soucieux du perfectionnement de la théorie que du progrès des applications. » Il était doué des aptitudes les plus variées ; il a fait presque simultanément un cours de chemin de fer à l'École nationale des Mines, un cours de mécanique analytique à l'Institut catholique et un cours

(1) Nous empruntons ces détails et tout ce qui est cité entre guillemets, à la savante et sympathique notice que M. d'Ocagne a consacrée à Vicaire, dans la Revue des Questions scientifiques, avril 1901, pp. 420-431.

de mécanique céleste à la Sorbonne, comme suppléant de Serret. Ses publications portent également sur les sujets les plus divers : calcul des variations, théorie des perturbations, astronomie physique, principes philosophiques de la mécanique, métallurgie, théorie des freins continus, etc.

« Les dons élevés de l'esprit, les facultés puissantes d'assimilation et de travail s'alliaient chez Vicaire en une heureuse harmonie aux plus solides qualités morales. » En lui, l'homme et le chrétien étaient plus grands que le savant. Père d'une nombreuse famille, après avoir donné un de ses fils au clergé séculier, une de ses filles au Carmel, il eut la douleur de perdre ce fils voué à la carrière sacerdotale, puis un autre fils encore. A peine remis de ces grands coups, une paralysie progressive dont rien ne put enrayer la marche fatale, l'atteignit lui-même. Il supporta toutes ces épreuves avec une résignation chrétienne et une force d'âme admirables. « Il dut définitivement renoncer à tout travail, en octobre 1900, et attendre, en pleine possession de son intelligence et soutenu seulement par l'espérance qu'il puisait dans sa foi de chrétien, l'heure suprême qui sonna pour lui, le 18 janvier 1901... Le savant ingénieur français que rattachaient à la *Société scientifique* des liens si puissants et qui y comptait de si solides amitiés, y laissera un souvenir qui ne périra point. »

Mais comment vous parler dignement de la dernière perte dont il me reste à vous entretenir ? Charles Hermite, né à Dieuze en Lorraine, le 24 décembre 1822, mort à Paris, le 14 janvier 1901, était le doyen des mathématiciens du monde entier. Il a été l'un des membres fondateurs de la *Société scientifique* et son Président d'honneur en 1893-1894, l'année qui suivit son jubilé de soixante-dix ans. Son nom, avec ceux de Pasteur et de Le Play, était le plus illustre que nous ayons pu inscrire dans nos diptyques. Tous les membres de la section de géométrie de l'Institut de France, MM. Poincaré, Darboux, Jordan,

Appell, Painlevé, Picard, lors de son jubilé ou après sa mort, se sont essayés à retracer sa belle carrière de savant. Nous l'avons tenté nous-même dans la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, en nous aidant des pages émues des géomètres que nous venons de citer. Qu'il nous soit permis de nous résumer rapidement ici. Hermite, en 1842, se place immédiatement au rang des premiers analystes de l'Europe, par sa lettre à Jacobi sur la division des fonctions abéliennes ; il consacre ensuite vingt années de méditations solitaires aux recherches les plus profondes sur la théorie des nombres, l'algèbre et l'analyse infinitésimale.

Entré dans l'enseignement à l'âge de quarante ans, il se révèle professeur incomparable et occupe sa chaire avec éclat pendant trente-cinq ans ; en même temps et jusqu'à la fin de sa vie, il ne cesse d'écrire d'admirables mémoires de hautes mathématiques. En dépit de son extrême modestie, la gloire vient le trouver, toutes les Académies s'honorent de le compter parmi leurs membres, les mathématiciens du monde entier célèbrent son jubilé en 1892. Il meurt à l'aurore du XXe siècle, consolé à ses derniers moments par les secours de la Religion, dont il était un adepte convaincu, depuis le jour où, en 1856, le dévouement d'une Sœur de charité et le génie de Cauchy l'avaient ramené à la Foi.

Hermite a été vraiment un profond géomètre et un professeur éminent. Mais il fut de plus un homme modeste, bon et serviable, un noble esprit attentif à tous les mouvements du monde au point de vue religieux, moral et scientifique, un chrétien fervent, sans peur et sans ostentation. Grand par le cœur et par l'intelligence, par le caractère et par la Foi, il a porté en soi, suivant le mot de Pasteur, un double idéal, l'idéal de la science et l'idéal des vertus de l'Évangile et il y a été fidèle ! La *Société scientifique de Bruxelles* lui gardera toujours un souvenir reconnaissant.

Distinctions. Après vous avoir parlé de nos douleurs pendant l'année 1900-1901, permettez-moi de vous dire quelques-unes de nos joies.

Le 18 mars 1901, c'est un de nos membres, M. G. Humbert, professeur d'analyse à l'École Polytechnique qui, par 54 voix sur 58, a été élu pour succéder à Hermite comme membre de l'Académie des Sciences de Paris. Quelques mois auparavant, un autre de nos membres, M. P. Duhem, professeur à l'Université de Bordeaux, avait été nommé Correspondant de la même Académie, dans la section de mécanique.

Le 31 mars, deux membres de notre cinquième section, MM. P. Poullet et A. Nerincx, professeurs à l'Université de Louvain, ont été élus en qualité d'Associés de l'Institut de droit international privé.

Enfin, le 7 juin 1900, notre Président de 1879 et de 1893, M. L. Henry, professeur à l'Université de Louvain, a été l'objet d'une manifestation pour ainsi dire internationale à laquelle la *Société scientifique de Bruxelles* s'est associée de grand cœur : presque tous ceux qui ont pris la parole en l'honneur du héros de la fête à des titres divers étaient des membres de notre Société.

V

CONCLUSION

Éminence, Excellence, Mesdames, Messieurs,

Je viens de vous dire les joies et les douleurs d'une seule année, exceptionnelle il est vrai, sous le rapport du nombre et de l'éclat des pertes que nous avons faites. Dans les années précédentes, le R. P. Carbonnelle ou moi, nous avons rendu hommage à ceux qui nous ont quittés, après avoir travaillé, sous la bannière de la

Société scientifique, à la cause sacrée de l'union de la science et de la foi.

Laissez-moi vous redire les noms de quelques-uns d'entre eux, signalés spécialement dans nos rapports annuels : Ch. Sainte-Claire Deville, le P. Bellynck, Heis, le P. Secchi, l'abbé Bourgeois, Le Play, le cardinal Dechamps, Puiseux, Barrande, de Saint-Venant, le P. Carbonnelle, le P. Perry, Gaston Planté, le P. Delsaulx, le cardinal Haynald, Gilbert, Boncompagni, Pasteur, Daubrée, d'Abbadie, Mgr de Harlez, Vicaire, Hermite.

La réunion de tous ces hommes illustres à divers titres ne formerait-elle pas une Académie très savante, devant l'autorité de laquelle tout le monde peut s'incliner ? Comment ose-t-on donc parler de l'incompatibilité de la science avec la foi catholique ? N'est-ce pas pure ignorance, ignorance des données de la Foi et des résultats de la science, ignorance des grands noms de ceux qui furent à la fois l'honneur de l'Église dont ils professaient le *Credo* et des pays qui les ont vus naître ?

Pour montrer d'une manière plus saisissante l'absurdité de la thèse des incrédules sur le prétendu désaccord entre la raison et la foi, remontons dans l'histoire de la science jusqu'à la date fatidique de 1789. Et pour nous borner, ne parlons que de fils de cette noble France, terre classique de l'apostolat et de la charité, mais aussi du génie scientifique ; ne citons que des noms impérissables dans les annales de la science, et des noms également de fils soumis de l'Église catholique :

Lavoisier, le vrai fondateur de la chimie moderne, mort en 1794, victime des égarements d'une époque néfaste.

Ampère, mort en 1836, le plus prodigieux des autodidactes, qui reconquiert sa foi spiritualiste et religieuse au prix du plus angoissant labeur philosophique, géomètre dont les découvertes n'ont été appréciées que récemment, quand Lie les eut refaites et continuées, créateur

de l'électrodynamique, l'homme qui a simplifié la nature en ramenant le magnétisme à l'électricité.

Cauchy, mort en 1857, fondateur de la théorie analytique des fonctions, fondateur aussi de l'œuvre des Écoles d'Orient et dont la trace est partout dans le domaine entier des mathématiques pures et appliquées.

Le Verrier, mort en 1874, astronome qui trouve une planète au bout de sa plume suivant le mot d'Arago, et qui, chose plus prodigieuse, à lui seul, remet au point toute la mécanique céleste des huit grosses planètes dans des in-quarto remplis de calculs effrayants conduits avec un art consommé.

Le Play, mort en 1882, l'inventeur de la méthode systématique d'observation dans la science sociale, et que cette méthode a ramené du spiritualisme au Décalogue, du Décalogue à l'Évangile.

Pasteur, mort en 1895, le savant qui a réalisé le plus étroitement l'alliance de la science expérimentale la plus sévère avec la science la plus bienfaisante ; le savant qui a aussi pour jamais fait disparaître la génération spontanée des rêves philosophiques de l'humanité ; Pasteur, sur le tombeau duquel planent les figures symboliques de la Foi, de l'Espérance, de la Charité et de la Science.

Hermite enfin, mort en 1901, dont la pensée se joue sur ces sommets des mathématiques où règne le nombre pur, sommets si élevés qu'un petit nombre d'initiés peut seul l'y suivre.

Que deviendrait l'édifice de la science si l'on en enlevait les assises fondamentales posées par les mains catholiques de ces grands hommes, avec tout ce que les générations de leurs successeurs ont bâti ou appuyé sur ces assises ? Presque tout s'écroulerait. Que seraient, en effet, les mathématiques sans les méthodes et les découvertes de Cauchy et d'Hermite, la mécanique céleste sans Le Verrier et Cauchy encore, la physique sans Ampère, la chimie sans Lavoisier, la biologie générale et la médecine

sans Pasteur, la science sociale sans la méthode de Le Play ?

Il y a moins d'un demi-siècle, après bien d'inutiles efforts, on était parvenu à réunir par un câble télégraphique l'Ancien et le Nouveau Monde. En 1858, la première dépêche fut lancée de Terre-Neuve en Irlande : un imperceptible frémissement électrique courut rapidement sous l'océan le long de ce fil conducteur dont l'immersion avait coûté tant de labeurs ; la mystérieuse ondulation atteignit Valentia ; la dépêche fut déchiffrée et ce fut aux applaudissements de l'Angleterre chrétienne qu'on lut : *Gloria in excelsis Deo et in terra pax hominibus bonae voluntatis.*

La science catholique, la science de ces grands hommes dont j'ai rappelé tantôt les noms immortels, celle pour laquelle travaille et combat depuis un quart de siècle la *Société scientifique de Bruxelles*, celle pour laquelle elle travaillera toujours, la science unie à la foi répète au monde, comme le premier télégramme de l'Amérique à l'Europe, la parole de louange et de paix de Bethléem : *Gloria in excelsis Deo et in terra pax hominibus bonae voluntatis.*

PAUL MANSION.

APPENDICE

—

Le compte rendu de la *Séance inaugurale* du 18 novembre 1875 a paru dans les ANNALES de la Société scientifique de Bruxelles, tome I, première partie, pp. 44-73. Nos lecteurs nous sauront gré de reproduire ici le discours prononcé au cours de cette séance par le premier président de la Société scientifique et l'un des présidents d'honneur de cette année jubilaire, M. le Dr Lefebvre.

Messieurs,

Le premier sentiment qui me saisit en me levant dans cette assemblée, c'est un sentiment de confusion. Je me sens humilié d'occuper cette place que tant d'autres rempliraient avec plus d'autorité et plus d'éclat. Ce sentiment ne peut que s'accroître lorsque j'entends le vénéré président du Comité provisoire (1) s'excuser d'avoir occupé quelque temps ce fauteuil.

Vous le reconnaissez à ce trait, le vétéran de toutes nos œuvres et de toutes nos luttes : toujours au premier rang quand il s'agit de jeter laborieusement les fondations d'une création utile, pressé de se retirer et de céder la place à d'autres, quand il ne leur reste qu'à recueillir de faciles honneurs. (*Applaudissements.*)

Ma seule excuse, c'est que plusieurs d'entre vous savent que j'avais au plus haut degré le sentiment de mon insuffisance, et qu'en cédant à leurs sollicitations, ce n'est pas un honneur que j'ai accepté, mais un devoir.

Après ces excuses nécessaires, ma première pensée est de remercier, au nom de l'Assemblée, qui ratifiera certainement le mandat que je me donne, le digne président du Comité provisoire et ses infatigables coopérateurs (2), des peines qu'ils se sont données pour mener cette entreprise à bonne fin. Il m'est peut-être permis de ne pas trop insister sur notre reconnaissance, parce qu'ils ont déjà reçu la meilleure des récompenses dans le succès éclatant qui couronne aujourd'hui leurs efforts.

En me prévenant de vos intentions bienveillantes à mon égard, vous m'avez permis de rassembler, quoique hâtivement, quelques considérations sur notre œuvre, son caractère, ses avantages, ses écueils.

(1) M. le Sénateur de Cannart d'Hamale.

(2) Voici la liste des membres du Comité provisoire :

Fr. de Cannart d'Hamale, sénateur ; Cte Fr. van der Straten Ponthoz, membre titulaire de l'Académie des lettres, sciences et arts de Metz ; A.-A. J. Ménétrier, professeur à l'Ecole des mines du Hainaut ; Dr F. Lefebvre, professeur à l'Université catholique de Louvain ; I. Carbonnelle, S. J., docteur en sciences physiques et mathématiques ; Ph. Gilbert, professeur à l'Université catholique de Louvain ; Ch. de la Vallée Poussin, professeur à l'Université catholique de Louvain ; J.-B. Carnoy, docteur en sciences ; A. de Moreau d'Andoy, conseiller provincial ; J. Godinne, docteur en droit ; André Dumont, ingénieur ; A. Proost, docteur en sciences naturelles ; L. De Beys, secrétaire du Comité.

PHOTOTYPIE E. CASTELEIN. — L. LAGALRT, BRUXELLES.

Ma tâche est singulièrement facilitée par l'excellent rapport que vous venez d'entendre. Il est impossible, à mon avis, de rencontrer avec plus de justesse et de mesure les questions qui se présentent d'elles-mêmes au seuil d'une œuvre comme la vôtre. Je m'associe pleinement aux considérations élevées que votre éloquent rapporteur (1) vient de développer devant vous; je m'associe surtout aux nobles paroles qui s'adressent aux sociétés savantes de notre pays (2). La culture des sciences et des lettres ne doit inspirer que des pensées élevées et des sentiments généreux : nos devanciers ne peuvent manquer d'accueillir avec sympathie les nouveaux ouvriers qui se présentent pour travailler à l'œuvre commune. Au demeurant, le domaine de la science est vaste et peu encombré : il rappelle ces plaines sans bornes du nouveau monde, où longtemps encore de nouveaux colons pourront s'établir sans porter ombrage aux premiers possesseurs.

Votre savant rapporteur a très bien caractérisé le but que nous poursuivons : nous avons l'ambition de faire de la science sérieuse, c'est-à-dire de la science de recherches et de progrès. La science ainsi comprise est un peu austère dans ses allures; elle se nourrit de choses plutôt que de paroles ; elle s'accommode peu des phrases solennelles, *sesquipedalia verba*.

(1) Le R. P. Carbonnelle, S. J.

(2) Voici le passage du Rapport du P. Carbonnelle auquel l'orateur fait allusion :

« Malgré ce but si noble, malgré ces règles si sages, notre projet a été attaqué dans la presse irréligieuse. Ce n'est ni bien surprenant, ni bien dangereux ; c'est tout simplement une preuve qu'il vient à son heure. Nous avons lu une partie de ces articles, mais nous ne vous en citerons rien. Car s'il est honorable pour nous que cette presse ait reçu l'ordre de nous décrier, la façon dont elle s'est acquittée de sa consigne n'est pas faite pour nous enorgueillir. Il est en effet évident qu'elle a confié cette besogne à des plumes peu exercées; et, franchement, nous méritions mieux. *(Rires.)* Une seule objection doit être relevée. On a dit que la fondation de la nouvelle société était inspirée par une certaine hostilité envers des corps savants qui sont un honneur pour le pays. Mais que signifie cette vague objection? Et d'abord, pourquoi s'appliquerait-elle à notre projet plutôt qu'aux autres sociétés scientifiques formées récemment? Serait-ce parce que nous avons des convictions religieuses? Si c'est là ce que l'on veut dire, l'injure ne s'adresse pas à nous; elle s'adresse, fort gratuitement, à ces corps savants ; et s'ils ne la repoussent pas, ce n'est pas qu'ils l'acceptent, c'est qu'ils la méprisent. Ensuite, quel acte avons-nous posé, quelle déclaration avons-nous faite, quelle parole avons-nous prononcée qui autorise, je ne dis pas une accusation formelle, mais un simple soupçon? On ne cite rien, on n'a rien à citer. C'est donc un reproche sans fondement, une objection en l'air. On espère, suivant le mot de Voltaire, qu'il en restera toujours quelque chose. Mais ceux qui essaient

Si les considérations que je vais livrer à votre indulgence sortent quelque peu de cette réserve et de cette mesure, puissent les circonstances m'excuser et ce mauvais exemple être le dernier qu'on vous donne!

L'Église, dans une de ces grandes assises qui ne se renouvellent qu'à des distances séculaires, vient de formuler cette déclaration solennelle : " Il ne peut jamais y avoir de véritable désaccord entre la foi et la raison; car c'est le même Dieu qui révèle les mystères et communique la foi, qui a répandu dans l'esprit humain la lumière de la raison, et Dieu ne peut se nier lui-même, ni le vrai contredire jamais le vrai (1). „

En gravant ces paroles du Concile du Vatican au frontispice de votre œuvre, vous faites, Messieurs, une profession publique de vos croyances religieuses; mais en même temps vous rendez à la science un hommage auquel elle a droit. Quelle confiance sereine et quelle infatigable ardeur ne puiserez-vous pas dans cette pensée qu'en travaillant à l'avancement et à la diffusion des sciences, vous ne heurterez aucune de ces croyances qui sont l'honneur et la consolation de votre vie! Quelle joie pour vos âmes chrétiennes, si vous pouviez effacer du code de la science ce divorce déplorable que le XVIIIe siècle a prétendu créer entre la foi et la raison! Les plus grands génies qui

de l'accréditer semblent n'avoir jamais entendu parler de ce que sont en Angleterre, en France, aux États-Unis et ailleurs, les associations nationales pour l'avancement des sciences. Est-ce que, par exemple, l'Association britannique, qui existe en Angleterre depuis quarante-cinq ans, a jamais fait le moindre tort à la Société royale? Est-ce que l'Association française a jamais nui à l'Académie des sciences? Les membres de ces académies sont presque tous membres de ces associations; et l'expérience leur montre bien clairement que ces deux institutions, d'origine et d'organisation différentes, ne se gênent pas mutuellement, qu'au contraire elles s'entr'aident et se complètent l'une l'autre. Nous aussi, Messieurs, nos statuts en font foi, nous formons une simple association pour l'avancement des sciences; nous n'avons pas la prétention d'être une académie. Pourquoi donc ferions-nous exception à la loi générale? Comme je vous le disais tout à l'heure, plusieurs de nos membres appartiennent en même temps à quelqu'un de ces corps illustres avec lesquels on essaie de nous mettre en opposition; croit-on qu'ils seraient parmi nous, si cette imputation malveillante avait le moindre fondement? Pourquoi, d'ailleurs, nous bornerions-nous à cette vingtaine de noms? Tous nous sommes animés du même sentiment; chacun des 455 noms qui figurent sur nos listes est une protestation contre l'hostilité qu'on a voulu nous attribuer; et pour tout homme d'honneur, cette protestation doit suffire. » *(Approbation.)*

(1) *Const. de Fid. cath.*, c, IV.

aient honoré l'humanité ont toujours protesté contre cet antagonisme. Saint Thomas, au XIIIe siècle, a résumé la doctrine des Pères de l'Église sur ce point dans un aphorisme que vous connaissez : " Il est impossible qu'une vérité de foi soit en contradiction avec un principe démontré par la raison, parce que le faux seul est contraire au vrai (1). „ Plus près de nous, à une époque où le protestantisme était encore une religion, c'est-à-dire conservait des dogmes définis, un illustre dissident, Leibniz, a affirmé la même vérité avec autant de concision que d'énergie : " Comme la raison, dit-il, est un don de Dieu aussi bien que la foi, leur combat ferait combattre Dieu contre Dieu (2). „

Qu'elles sont petites, Messieurs, quand on les regarde de ces hauteurs, les deux objections que l'incrédulité nous adresse, ou plutôt les deux calomnies qui traînent, depuis l'origine du christianisme, dans le camp de ses adversaires ! " Vous n'êtes pas libres, disent-ils, enserrés dans les bornes inflexibles de l'orthodoxie, vous n'avez pas l'indépendance nécessaire à la recherche du vrai. „ Voilà la première objection. Voici comment ils formulent la seconde : " Vous avez peur de la vérité, et par conséquent de la science qui est son instrument. „

Arrêtons-nous un moment pour déblayer notre route des obstacles que la libre-pensée prétend y dresser.

On nous objecte d'abord que nous ne sommes pas libres. Sans doute, dans les questions de foi et de morale, nous avons des principes immuables, immuables comme Dieu lui-même qui a daigné nous les révéler; mais dans l'ordre des phénomènes naturels qui constituent le véritable domaine des sciences, nous savons que l'Auteur de l'univers l'a livré à la curiosité et aux discussions des hommes (3). Nous avons le droit de dire à nos adversaires : Sur ce terrain, nous avons la même liberté que vous, et nous avons une garantie qui vous manque. Comme vous, nous recherchons à la lumière de la raison les lois qui gouvernent les mondes, celles qui régissent les êtres et qui coordonnent les atomes. Sans doute, notre raison est faible et bornée comme la vôtre, et comme vous nous pouvons glisser dans l'erreur. Mais voici où commence notre prééminence. Dans certaines régions obscures et élevées de la science où la raison chancelle et se

(1) Lib. I *contra Gentiles*, c. VII.

(2) *Théodicée*. Discours préliminaire : De la conformité de la Foi et de la Raison.

(3) « Cuncta fecit bona in tempore suo et mundum tradidit disputationi eorum. » *Eccl*, c. III, v. 11.

prend de vertige, nous trouvons de distance en distance des bornes que Dieu a dressées lui-même. Sur ces points, à la vérité, il nous manque une liberté, mais ce n'est que la liberté de l'erreur. Vous prétendez que ces bornes enraient le progrès. Quand le géologue parcourt les Alpes, curieux d'atteindre les escarpements du Mont-Rose ou les sommets neigeux du Mont-Blanc, à certains endroits où le sentier est taillé à pic sur les flancs du rocher, il rencontre des pierres dressées entre la route et l'abîme. Ces bornes l'empêchent-elles donc de monter et d'atteindre les hauteurs qu'il poursuit?

Ouvrons l'histoire et suivons rapidement la trace des grandes intelligences chrétiennes dans les principales branches des connaissances humaines. Au XIIIe siècle, le franciscain Roger Bacon, en restant parfaitement orthodoxe, n'a-t-il pas parcouru le cycle entier des sciences astronomiques et physiques, en les illuminant des éclairs de son puissant génie? Est-ce que les pères de l'astronomie moderne, Copernic, Képler et Newton n'étaient pas plus que des croyants, n'étaient-ils pas des chrétiens d'une piété exemplaire? Le profond respect d'Euler pour les livres bibliques l'a-t-il empêché de perfectionner le calcul intégral et de pénétrer plus loin qu'aucun de ses devanciers dans les obscurités de l'analyse? Vésale et Morgani ont-ils été arrêtés jamais, dans leurs recherches sur la structure et les fonctions de l'organisme humain, par la crainte puérile d'offenser par leurs découvertes quelque vérité révélée? Est-ce que l'abbé Spallanzani, le véritable précurseur des physiologistes modernes, a jamais été entravé par ses croyances dans ses magnifiques recherches sur la digestion, la respiration, la circulation, la reproduction des animaux, sur les phénomènes de la végétation, la constitution des infusoires, etc.? N'est-ce pas le chanoine Haüy, de pieuse mémoire, qui a découvert les lois de la cristallisation des minéraux?

Et dans la pléiade des savants modernes, n'en compte-t-on pas une foule parmi les illustres, qui attestent, par leurs travaux, que les plus hautes spéculations de la science peuvent marcher de pair avec le respect pour la foi? Citons quelques noms qui se présentent les premiers à la pensée, ne fût-ce que pour répondre à cette affirmation superbe de la libre-pensée que nous ne sommes plus que des traînards d'une cause perdue, reniés par la science contemporaine : en France, Cuvier, Alexandre Brongniart, Deluc, Binet, Biot, Ampère, Augustin Cauchy, Quatrefages, Marcel de Serres, Blainville, Élie de Beaumont, Dumas,

Charles Dupin, Coriolis, Tulasne, Ch. Hermite, Barrande ; en Allemagne, Henri Steffens, H.-V. Schubert, Karl Raumer, Fuchs, André et Rudolph Wagner, Frédéric Pfaff, Maedler, Müller, Hyrtl, Gustave Bisschof, Herman, Meyer, Carl Léonhard, Fréd.-Aug. Quenstedt, Baer ; en Angleterre et en Amérique, Thomas Chalmers, Faraday, Buckland, Whewell, Sedgwick, Fleming, Hugh Miller, John Macculloch, Davy, sir David Brewster, Owen, Dana.

Je m'arrête au moment où se présentent sur mes lèvres les noms qui honorent la Belgique savante et catholique. Il n'est pas séant de louer les siens, surtout quand on est exposé à les louer en leur présence. Il en est deux pourtant envers qui la mort me délie de toute discrétion, et je veux ajouter leurs noms à la liste de leurs glorieux contemporains de la France, de l'Allemagne et de l'Angleterre. Vous pressentez, Messieurs, que je vais nommer André Dumont et d'Omalius d'Halloy. André Dumont, mort à la fleur de l'âge, laissant après lui de vastes travaux et des espérances plus vastes encore, a fait autant d'honneur à la religion par sa fidélité qu'à la géologie par ses découvertes. D'Omalius d'Halloy est parvenu aux extrêmes limites de la vieillesse. Jusqu'à sa dernière heure, sa puissante intelligence est restée intacte dans un corps en ruine, semblable à ces feux qui projettent au loin d'éblouissantes clartés du haut d'un phare démantelé, et, jusqu'à sa dernière heure, sa foi est restée aussi vivante que son intelligence.

Ne trouvez-vous pas, Messieurs, qu'on peut s'honorer de marcher à la suite de pareils guides, et qu'on peut souscrire sans rougir à ce programme chrétien d'un des plus illustres d'entre eux, Augustin Cauchy : " Que le savant, dit-il, qui cherche vraiment la vérité rejette sans hésiter toute hypothèse qui serait en contradiction avec les vérités révélées. Ce point est capital, je ne dirai pas dans l'intérêt de la religion, mais dans l'intérêt des sciences, puisque jamais la vérité ne saurait se contredire elle-même. C'est pour avoir négligé cette règle que quelques savants ont eu le malheur de consumer en vains efforts un temps précieux, qui aurait pu être heureusement employé à faire d'utiles découvertes... Oui, on est forcé de le reconnaître, de même qu'en réglant le cœur et lui interdisant de faux plaisirs, la religion ne fait que lui ouvrir une nouvelle source de joies ineffables, et préparer son bonheur, de même en imposant à l'esprit du savant certaines règles, elle ne fait que contenir son imagination dans de justes limites, et lui épargner le regret de s'être laissé abuser

par de faux systèmes et de funestes illusions... Soyons donc certains que nous n'aurons point rétrogradé dans le chemin de la science pour nous être fiés à la parole de Celui qui voit tout, qui connaît l'univers (1). „

Après ces autorités, citons l'autorité suprême.

Par une heureuse opportunité, au moment où vous fondez votre œuvre, l'Église affirme et définit la liberté légitime dont les sciences humaines doivent jouir. “ Bien loin donc, dit le Concile du Vatican, que l'Église soit opposée à la culture des arts et des sciences humaines, elle la favorise et la propage de mille manières... et certes ce n'est pas elle qui défend aux sciences de se servir, chacune dans sa sphère, de ses principes propres et de sa méthode particulière : mais tout en reconnaissant cette juste liberté, elle veille avec soin, pour les empêcher d'admettre des erreurs, en se mettant en opposition avec la doctrine divine, ou d'envahir et de troubler, en franchissant leurs limites respectives, le domaine de la foi (2). „

Marchez donc avec confiance dans la sincérité de vos âmes, et ne répondez que par un sourire à l'hypocrite sollicitude de la libre-pensée, quand elle s'inquiète de la manière dont vous conciliez votre conscience avec la liberté de la science : votre liberté n'a d'autres limites que la parole de Dieu lui-même ; et votre conscience n'a d'autre juge que son infaillible représentant sur la terre, le vicaire de Jésus-Christ. *(Approbation.)*

La seconde accusation de nos adversaires, c'est que nous avons peur de la vérité, et par conséquent de la science qui en est l'instrument. Avant d'aborder cette objection, constatons d'abord que ce ne sont pas les fortes têtes du parti qui nous l'adressent. Les adversaires les plus intelligents des dogmes chrétiens savent que l'Église trouve dans la science non pas un ennemi, mais un allié précieux. Un philosophe devenu un jour empereur et pouvant ainsi mettre la force au service de ses

(1) *Sept leçons de physique générale*, par Augustin Cauchy, p. 16.

(2) *Const. de Fid. cath.*, c IV. « Tantum abest ut Ecclesia humanarum artium et disciplinarum culturae obsistat, ut hanc multis modis juvet atque promoveat. Non enim commoda ab iis ad hominum vitam dimanantia aut ignorat aut despicit ; fatetur imo, eas, quemadmodum a Deo, scientiarum Domino, profectæ sunt, ita si rite pertractentur, ad Deum, juvante ejus gratia, perducere. Nec sane ipsa vetat, ne hujusmodi disciplinae in suo quaeque ambitu propriis utantur principiis et propria methodo ; sed justam hanc libertatem agnoscens, id sedulo cavet ne divinae doctrinae repugnando errores in se suscipiant, aut fines proprios transgressae, ea, quae sunt fidei, occupent et perturbent. »

idées, Julien l'Apostat, sous prétexte de laisser aux chrétiens plus de loisir pour leurs exercices religieux, leur défendit d'ouvrir des écoles et d'enseigner les sciences et les belles lettres. Le savant et perfide potentat savait que cet édit serait plus funeste à la foi que les persécutions sanglantes de ses prédécesseurs. Il avait sans doute lu cette belle page écrite, plus d'un siècle auparavant, par un philosophe chrétien, Clément d'Alexandrie : " Comme en agriculture et en médecine, celui-là passe pour le plus expert, qui a étudié un plus grand nombre de sciences utiles à ces deux arts, nous aussi, nous devons regarder comme le plus propre à notre art sublime celui qui fait aboutir toutes choses à la vérité, et tire de la géométrie, de la musique, de la grammaire et de la philosophie elle-même, tout ce qu'elles contiennent d'utile à la défense de la foi (1). „

Quant à ceux de nos adversaires qui persistent à nous accuser de défiance envers la science, qu'ils me permettent de leur dire : Vous nous méconnaissez et vous méconnaissez la vérité elle-même. Nous défier de la vérité, mais ce serait nous défier de Dieu, la source de toute vérité. Nous professons avec l'Église *que les sciences et les arts, venant de Dieu, le maître des sciences, s'ils sont traités convenablement, doivent de même conduire à Dieu, avec l'aide de sa grâce* (2).

Non, nous n'avons rien à craindre de la véritable science. Savez-vous, Messieurs, ce que nous devons redouter? C'est la demi-science et la demi-vérité. Le mot de Bacon, devenu trivial à force d'être répété, restera toujours un axiome incontesté : un peu de philosophie incline vers l'athéisme, beaucoup élève vers la religion. Longtemps avant Bacon, un des chefs du peuple d'Israël jetait ce cri d'alarme : Sauvez-nous, Seigneur, car les vérités sont diminuées parmi les enfants des hommes (3).

Craignez les vérités diminuées et efforcez-vous, quand vous les rencontrez, de leur donner leur épanouissement complet. La vérité ressemble au diamant. Si le diamant offre entre ses faces lumineuses un côté brut, obscur, qui choque les yeux, soyez sûrs qu'il n'est pas complètement dégagé de sa gangue : emparez-vous-en, car c'est toujours un diamant ; mais achevez de le polir et bientôt il jettera par toutes les faces des ruissellements de lumière. *(Applaudissements.)*

(1) *Topica opera*, t. I, c. IX.

(2) *Const. de Fid. cath.*, c. IV.

(3) « Salvum me fac, Domine, quoniam diminutae sunt veritates a filiis hominum. » *Psalm.* XII.

Ah! je comprends que certains hommes aient peur de la vérité ; mais ce n'est pas dans vos rangs qu'on les trouve, c'est dans le camp de la libre-pensée elle-même. Il ne manque pas d'hommes, en effet, qui, tout en rejetant la révélation, arrivent à une grande hauteur intellectuelle. S'ils le doivent à leur seule raison, ou, ce que je crois plus volontiers, à cette révélation qu'ils repoussent, qu'ils blasphèment et qui les illumine encore malgré eux, nous ne discuterons pas cette question pour le moment ; mais enfin ils reconnaissent l'existence de Dieu, la spiritualité de l'âme et ses destinées immortelles. Sur ces vérités certaines, mais amoindries, ils se sont bâti une vie honnête, entourée de toutes les jouissances de la terre et couronnée de tous les honneurs du monde. Sur cette base insuffisante, ils ont bâti plus que leur vie terrestre, ils ont fondé leur éternité et ils attendent en paix les récompenses futures de leurs faciles vertus. Mais il arrive parfois qu'en poursuivant des études sincères, la vérité leur apparaît plus complète, plus austère, plus exigeante. Alors ils s'inquiètent et ils luttent contre elle comme Jacob luttait contre l'ange. Si elle devient irrésistible parce qu'elle devient évidente, ils se prennent à lui en vouloir, et troublés comme Pilate, ils murmurent avec lui : " Après tout, qu'est-ce que la vérité ? „ Voilà, Messieurs, les hommes qui ont peur de la vérité.

Pour nous, chrétiens, nous ne connaissons pas ces contradictions douloureuses. Sans doute, dans l'ordre naturel, nous avons aussi nos incertitudes et nos doutes, mais ils ne peuvent avoir de retentissements profonds dans l'âme, parce qu'ils ne touchent pas à ses destinées immortelles ; nulle découverte ne peut troubler en nous la paisible possession des vérités révélées ; loin de là, chaque journée de labeur apporte sa part au trésor de nos certitudes ; en avançant dans notre carrière terrestre, nous avançons dans la vérité. Quand nous arrivons au second versant de la vie, à ce versant qui s'incline vers la tombe et vers l'éternité, nous voyons plus au large et plus au loin ; et quand se lève ce jour solennel, qui n'aura plus de lendemain, on dirait que par delà les horizons de ce monde, par delà ce soleil qui va se coucher pour la dernière fois, un soleil nouveau laisse tomber d'avance de mystérieuses clartés sur nos fronts, et verse dans nos âmes rasséréenées une lumière jusque-là inconnue et d'une douceur ineffable. *(Applaudissements.)*

Aimez donc la science, Messieurs, et cultivez-la sans arrière-pensée. Vous serez largement récompensés de vos peines. Ces récompenses sont du reste de divers ordres.

La première, c'est la joie même qui accompagne toute découverte, si mince qu'elle soit. L'intelligence est faite pour la vérité. Amie inconnue de notre âme, nous la poursuivons à la sueur de notre front, à travers mille fatigues ; mais quand elle nous apparaît, radieuse et souriante, nous éprouvons je ne sais quel saisissement de joie, quel tressaillement d'allégresse, et volontiers nous nous écrierions avec Archimède : *Eureka!* j'ai trouvé !

L'étude des phénomènes de la nature et des lois qui les régissent n'est pas une occupation purement spéculative de l'esprit. Tantôt vous ferez servir les découvertes de la science à la conservation du premier des biens de ce monde, la santé : tantôt vous en tirerez des applications fécondes pour l'agriculture, l'industrie et les arts, et vous apporterez ainsi votre part au progrès matériel. Ce sera votre seconde récompense. Mais ici nous rencontrons encore une accusation de nos adversaires qu'il ne faut pas laisser debout. " Les catholiques, disent-ils, quand ils se mêlent de science, deviennent des savants ascétiques, qui tendent toujours à monter vers le ciel, et ne daignent pas abaisser leurs regards vers la terre. „ Il y a dans cette ironie à la fois un compliment et une calomnie. Faisons la part de l'un et de l'autre. La vérité peut être comparée à un rayon de lumière que l'intelligence découvre sur un point de son trajet après des recherches laborieuses et obscures. L'intelligence ne s'arrête pas au point d'intersection où elle a rencontré le rayon béni. Elle peut le suivre vers le haut ou vers le bas. La plupart des savants de notre temps s'empressent de descendre avec lui vers les régions de la matière, pour y faire quelque découverte fructueuse. Quant au chrétien, sa première pensée, c'est de suivre le bout du rayon qui remonte vers le ciel. Il s'élance donc, sur cette ligne lumineuse, et il arrive à Dieu. Il s'incline devant cette majesté suprême, et s'il lui reste au fond de l'âme un peu de cette poésie que nous raillons aujourd'hui parce que nous l'avons perdue, il répète cet hymne que Képler adressait à Dieu après une de ses magnifiques découvertes : " O toi, qui par les lumières que tu as répandues sur la nature, élèves nos désirs jusqu'à la divine lumière de ta grâce, afin que nous soyons un jour transportés dans la lumière éternelle de ta gloire, je te rends grâces, Seigneur et Créateur, de toutes les joies que j'ai éprouvées dans les extases où me jette la contemplation de l'œuvre de tes mains (1). „ *(Applaudissements.)*

(1) *Astronomia nova.*

Mais après avoir remercié l'auteur de toute lumière, le savant chrétien suit le rayon vers l'autre pôle. Encouragé par l'Église elle-même, qui vient de déclarer encore qu'*Elle n'ignore ni ne méprise les avantages qui résultent de la culture des arts et des sciences humaines pour la vie de l'homme* (1), il demande à la science tout ce qu'elle peut fournir au bien-être matériel de l'humanité.

Et pourquoi se détournerait-il de ces applications fécondes ? " Quoi ! Dieu aurait créé la chaleur, la lumière et l'électricité ; il les aurait douées de propriétés merveilleuses, et l'homme ne pourrait les rechercher et les utiliser ! Il aurait donné à l'homme la royauté de la création terrestre, et on ferait de l'homme un roi fainéant et ridicule, qui n'aurait pas le droit de parcourir son domaine, de l'étudier et d'en faire servir les richesses au bien-être public ! N'offensons pas Dieu par de vaines défiances : c'est sa Providence qui ouvre aux hommes, au fur et à mesure de leurs besoins, la plénitude de ses dons ; c'est elle qui mène un jour Christophe Colomb vers le monde nouveau dont les richesses vont venir au secours de la pauvreté du monde ancien ; c'est elle qui, plus tard, révèle à Watt la puissance de la vapeur, et à Œrsted, les mystérieuses attractions des courants électriques sur l'aiguille aimantée, rudiment de notre télégraphie ; c'est elle qui réserve sans doute à l'humanité des révélations plus merveilleuses encore, dont les savants de nos jours ont déjà comme un secret pressentiment et une lointaine prévision (2). "

Enfin, il est une dernière rémunération promise au savant chrétien, et plus digne encore de lui. Il se trame en ce moment une vaste conspiration contre la vérité ; je ne parle pas seulement des vérités révélées, mais des vérités qui relèvent de la philosophie spiritualiste. L'école positiviste moderne, que l'on peut considérer comme la dernière expression des doctrines athées et matérialistes de toutes les époques, pose, comme axiome fondamental de la science, une assertion qui ruinerait en effet toute doctrine spiritualiste. " Le naturaliste, dit Virchow, ne connaît que les corps et les propriétés des corps. Tout ce qui est au delà est transcendant, et le naturaliste regarde le transcendantisme comme l'égarement de la raison humaine. " Ce n'est que par une sorte de tolérance que les chefs de l'école positiviste française n'excommunient pas formellement tous les penseurs

(1) *Const. de Fid. cath.*, c. IV.
(2) Discours prononcé à l'Acad. de médec., le 28 mars 1874.

qui conservent un reste de croyances métaphysiques. A leurs yeux, ce sont des rêveurs qu'ils veulent bien ne pas déranger encore dans leurs inoffensives spéculations ! “ Nous ne savons rien sur la cause de l'univers et des habitants qu'il renferme, dit Auguste Comte; ce qu'on en raconte ou imagine est idée, conjecture, manière de voir. La philosophie positiviste ne s'occupe ni des commencements, ni de ce qui arrive aux êtres vivants, plantes, animaux, hommes, après leur mort, ou à la consommation des siècles, s'il y a une consommation des siècles; permis à chacun de se figurer cela comme il voudra. Aucun obstacle n'empêche celui qui s'y complaît de rêver sur ce passé et cet avenir (1). „

En partant de pareilles prémisses, le positivisme ne peut manquer de heurter à chaque pas, et sur le terrain de toutes les sciences, physiques et naturelles, les enseignements de la philosophie spiritualiste comme ceux de la révélation. Parcourez les ouvrages de Buchner, de Charles Lyell, de David Strauss ; dans la cosmogonie, vous les verrez exclure simplement le Dieu créateur ; la matière incréée s'agrège dans la suite des siècles et constitue successivement les étoiles et les planètes ; dans la géologie et l'astronomie, on dirait que leur grand souci est de ruiner les indications bibliques par une série de systèmes qui se ruinent à leur tour les uns les autres. Dans les sciences biologiques, on fait apparaître les êtres vivants par le seul jeu des forces physiques et chimiques inhérentes à la matière; un protorganisme se forme et, par des transformations successives, les espèces les plus parfaites apparaissent successivement à la surface du globe. Le roi de la nature lui-même n'est que la plus haute expression actuelle de ces transformations. “ D'après ce système, dit Charles Vogt, l'homme n'est plus une créature séparée, il émane du groupe des mammifères les plus rapprochés de lui par l'organisation, des singes; et le créateur personnel, avec son intervention alternative dans les changements progressifs de la création organique, et en particulier dans la production de notre espèce, est congédié. „ Les hommes, surgissant ainsi de métamorphoses progressives, ne peuvent plus constituer une seule et unique

(1) *Phil. posit.* Il ne faut d'ailleurs pas confondre les enseignements de l'école positiviste, qui mène fatalement à l'athéisme et au matérialisme, avec ceux de l'école expérimentale. Le chef de cette dernière école, Claude Bernard, dit expressément, à propos des vérités de l'ordre métaphysique : « Nier ces choses, ce ne serait pas les supprimer, ce serait fermer les yeux et croire que la lumière n'existe pas. »

espèce, sortie d'un premier couple : " La pluralité des espèces, dit encore une fois Vogt, ne ferait plus un doute, si une vieille légende insérée dans les livres de Moïse n'enseignait le contraire. „

Ces rapides considérations suffisent pour établir un fait qui, à lui seul, justifierait la fondation de la Société scientifique de Bruxelles. Ce fait, le voici. Dans les siècles passés, on a surtout attaqué les dogmes révélés sur le terrain philosophique ; aujourd'hui, l'effort de l'incrédulité se reporte sur le terrain des sciences physiques et des sciences naturelles. En travaillant à leur progrès et à leur diffusion, Messieurs, outre la joie de trouver la vérité, et l'honneur de contribuer au bien-être matériel des hommes, vous aurez, comme par surcroît, la gloire de défendre une auguste calomniée, l'Église. *(Applaudissements.)*

Messieurs, après vous avoir entretenus si longtemps des avantages de la science, je devrais bien vous parler de ses écueils ; mais le temps me presse, je me borne à vous les signaler rapidement : votre haute raison et surtout votre sens chrétien vous suggéreront les moyens de les éviter.

Le premier danger des sciences physiques et naturelles, c'est l'orgueil, ou du moins la suffisance excessive qu'elles inspirent parfois à ceux qui les cultivent avec une passion exclusive. De nos jours, on fait des découvertes si merveilleuses dans le monde de la matière, qu'elles donnent facilement le vertige : parce qu'ils ont reconnu des lois ignorées et fécondes, parce qu'ils en ont retiré des applications prodigieuses, certains savants se laissent aller à une sorte d'idolâtrie de la nature et d'eux-mêmes. La nature est tout et le savant est son prophète. Parlez-lui du monde invisible et vous verrez qu'il sourira ! Messieurs, prenons-y garde. Dans les temps antiques l'homme, placé en face de la nature et ne voyant qu'elle, se mit à l'adorer ; le soleil, la lune, la terre devinrent pour lui des divinités. Nous ne redescendrons pas là, non pas, peut-être, parce que nous avons beaucoup plus de sens que ces ancêtres éloignés, mais parce que nous avons trop d'orgueil, et que notre orgueil s'oppose à ce que nous adorions quoi que ce soit. Mais nous pourrions arriver à accorder aux sciences naturelles une primauté qui ne leur appartient pas dans l'ordre hiérarchique, et à nous élever nous-mêmes sur un trône qui ne nous convient pas.

Mais, Messieurs, à côté de ce danger, il en est un second tout opposé. Au lieu de nous élever dans les exaltations de l'orgueil, l'étude des sciences naturelles, séparée de la philosophie spiri-

tualiste, peut nous amener à d'incroyables abaissements. Il n'y a pas longtemps que les panthéistes allemands disaient à l'humanité : " Nous sommes des dieux ! „ S'ils s'étaient retournés, ils auraient vu derrière eux d'autres savants, accourant sur le char du progrès, et criant avec Vogt : " Nous sommes des bêtes. „ *(Rires et applaudissements.)*

Si l'homme qui s'égare n'avait pas souvent le bonheur d'être inconséquent, à quel abîme de dégradation une telle doctrine ne nous conduirait-elle pas ?

Un autre danger peut résulter de l'exclusivisme de nos études. Toute science exclusive est dangereuse. Chaque science a sa méthode et ses procédés propres, et souvent notre raison, à la fois orgueilleuse et bornée, ne sait plus admettre la certitude dans les sciences théologiques, philosophiques et morales, parce qu'elle s'est formée exclusivement à l'apprentissage des certitudes mathématiques ou astronomiques. Placés à un point de vue trop étroit, nous n'apercevons plus l'ensemble des choses, nous marchons dans un sentier encaissé, nous voyons loin, mais nous ne voyons pas large. En cultivant les sciences physiques et naturelles, n'abandonnons pas les hautes spéculations de la philosophie et même de la théologie. Un écrivain qui n'est pas de notre école, Proudhon, a dit avec raison que la théologie est au fond de toutes les questions contemporaines. Reprenons donc les traces de nos véritables ancêtres dans la science, Euler, Newton, Pascal, Leibniz et tant d'autres, qui faisaient marcher de front l'étude de la philosophie, de la religion et des sciences, et nous contribuerons, dans la mesure de nos forces, à réaliser ce magnifique programme du cardinal Wiseman : " S'il nous était donné de contempler les œuvres de Dieu dans le monde moral, non pas, comme nous les voyons maintenant, par lambeaux et par fragments, mais liées ensemble dans le vaste plan de l'harmonie universelle ; sans aucun doute, nous verrions la religion, établie par Dieu, entrer dans le plan général, et s'y adapter si complètement, si nécessairement, qu'on ne pourrait l'en retirer, sans que toutes choses fussent aussitôt désorganisées et détruites. La montrer ainsi, pénétrant de son influence l'économie et l'organisation de la nature entière, ce serait assurément la démonstration la plus haute et la plus belle de la vérité (1). „

Un autre écueil contre lequel je voudrais vous prémunir, c'est

(1) Discours sur les rapports entre la science et la religion.

le découragement. On aborde souvent la science avec quelque ardeur, parce qu'en la contemplant de loin, on n'aperçoit que le sommet brillant des choses ; on ne voit pas les escarpements qu'il faudra gravir à la sueur de son front, et peu à peu, on se rebute, et on s'arrête à mi-chemin. Vous ne ferez pas, Messieurs, cet affront à la science chrétienne. Votre phalange est déjà nombreuse et je me flatte que les savants étrangers qui partagent nos croyances nous apporteront le concours de leurs travaux et le prestige de leur nom.

Je ne fais qu'indiquer une autre source du découragement qui atteint quelquefois les croyants. " L'erreur, disent-ils, a trop d'avance sur la vérité, et le mensonge et le faux devancent toujours la science sincère. „ Non, Messieurs, l'erreur n'a pas d'avance sur la vérité. Sans doute, l'erreur est contagieuse : elle se répand quelquefois, comme les grandes épidémies, avec une profusion désolante ; mais, tôt ou tard, son règne finit, parce qu'elle est stérile. C'est là une des grandes lois de conservation du monde moral, comme du monde physique. Voyez ce qui se passe parmi les êtres vivants : il naît quelquefois des monstres. Leur propagation serait une horreur et une épouvante. Mais Dieu y a pourvu. Il les condamne à la stérilité, et quand ils meurent, ils meurent tout entiers. Dans le monde moral, l'erreur est une monstruosité ; elle parviendrait peut-être un jour à étouffer la vérité, si la Providence ne l'avait frappée, elle aussi, de la malédiction de l'infécondité.

Il n'en est pas ainsi de la vérité. Vous le savez, Messieurs, sa fécondité est immortelle. Si la vérité, désertant un jour la terre, se réfugiait dans une seule âme, une âme obscure et ignorée, il ne faudrait pas désespérer de la revoir. Ce germe mystérieux et fécond suffirait pour faire refleurir dans le monde la vérité, la justice et le droit. C'est le grain de froment, enseveli au fond des hypogées égyptiens, et qui, rendu au sol après trois mille ans de sommeil, suffirait à lui seul pour ramener dans nos champs l'abondance des moissons. *(Applaudissements.)*

Je termine, Messieurs. Vous avez cru que vous aviez le droit et le devoir de revendiquer votre place dans les labeurs de la science moderne. En prenant votre rang à côté d'autres sociétés, vous n'éprouvez aucun sentiment d'hostilité ; mais vous n'éprouvez non plus aucun sentiment de crainte. Vous pouvez avec le poète vous rendre ce témoignage : " Je crains Dieu et n'ai point d'autre crainte ; je hais l'erreur et n'ai point d'autre haine. „ Vous pouviez vous présenter et vous faire accueillir, peut-être,

comme société anonyme. *(Sourires.)* Vous avez préféré dire hautement qui vous êtes : c'est plus noble et c'est surtout plus chrétien. Il y a eu dans l'histoire des époques où l'on pouvait être chrétien par spéculation ; aujourd'hui, la vraie spéculation serait de ne l'être pas, ou, du moins, de ne pas le paraître. Vous ne vous êtes pas arrêtés à ce vil calcul. Au milieu du chaos des négations, vous affirmez vos doctrines avec un courage tranquille et fier ; vous avez compris que vous n'aviez pas le droit de rougir de la vérité catholique, car, à quelque hauteur que vous puissiez vous élever, elle sera toujours plus grande que vous, puisque cette vérité, c'est Dieu même, *Deus veritas.*

Vous avez livré sans crainte vos doctrines à la contradiction de vos adversaires, et vous avez mille fois raison, Messieurs. Affirmons-le encore une fois : vous n'avez rien à redouter de la vraie science. Chaque fois qu'une vérité paraît dans le monde, mais j'entends une vérité vraie, dégagée de tout alliage de l'erreur, soyez les premiers à l'acclamer, et ne craignez pas qu'elle contredise votre foi. La foi et la science sont deux filles du Ciel, qui, une fois descendues parmi les hommes, finissent toujours par se rencontrer, se reconnaître et s'embrasser. *(Applaudissements prolongés.)*

LES

CHIMISTES DE LANGUE FRANÇAISE

DU

XIXe SIÈCLE [1]

Le but de cette notice est de retracer les figures des principaux chimistes de langue française du XIXe siècle qui ont disparu de ce monde et à qui nous devons tant de progrès. Il convient de les réunir dans une même étude, car la langue est un trait d'union incomparable pour le genre d'esprit, pour les tendances scientifiques de nations différentes.

La chimie plonge par ses racines dans les siècles passés plus qu'on ne le croit souvent : en Belgique, Van Helmont (1577-1644) a été l'un de ces précurseurs.

Mais avec Lavoisier (1743-1794), commence pour la chimie une ère nouvelle, car il a été vraiment son législateur. Ce n'est pas sans émotion que plusieurs d'entre nous ont assisté à la manifestation grandiose dans sa simplicité, qui a eu lieu à Paris le 27 juillet 1900 pour l'inauguration de sa statue, érigée par une souscription internationale. Ce grand nom de Lavoisier doit être particulièrement rappelé dans notre Société, car l'illustre chimiste était resté un croyant. C'est ce qui ressort de

(1) Lecture faite, le mercredi 10 avril 1901, à l'assemblée générale de la Société scientifique de Bruxelles.

tous les documents retrouvés sur sa vie dans ces dernières années, et particulièrement du témoignage, certes non suspect, de Grimaux, qui avait eu entre les mains beaucoup de papiers de ce grand homme.

La date de la mort si déplorable de Lavoisier nous fait commencer cette étude à la renaissance scientifique de la France après la Terreur. Les savants ne s'improvisent pas : on utilisa ceux qui s'étaient formés avant la Révolution.

I

C'est surtout l'École Polytechnique de Paris qui fut le centre de ce mouvement : nous y gardons pieusement l'héritage et les souvenirs de ces ancêtres.

Dès sa fondation en 1794, elle fut une sorte d'Université spéciale, réunissant toutes les forces vives de cette époque pour l'enseignement scientifique, afin de former les ingénieurs de l'État et les officiers des armes savantes, si nécessaires en ce moment. Pour les mathématiques, Monge et Laplace furent ses premiers professeurs. L'enseignement de la chimie fut partagé entre Berthollet, Fourcroy et Vauquelin.

Berthollet (1749-1822). Grande figure que celle de Berthollet, originaire de ce charmant petit pays de Talloire, sur les bords du lac d'Annecy, où l'on voit encore sa maison paternelle. Bon et généreux pour tous, vrai formateur d'hommes, il sut attirer autour de lui dans la *Société d'Arcueil* tous les jeunes gens amis des recherches scientifiques, bien moins nombreux alors qu'ils ne le sont aujourd'hui. Son amitié pour Napoléon Ier, commencée dans un voyage en Italie, développée dans l'expédition d'Égypte, fut tout entière utilisée pour la science.

On doit à Berthollet le blanchiment des toiles par le chlore, la fabrication du chlorate de potasse, l'analyse de

l'ammoniaque, de l'acide cyanhydrique, de l'argent fulminant. Mais parmi ses nombreux travaux relatifs les uns à la chimie pure, les autres à la chimie appliquée, il faut rappeler surtout sa célèbre *Statique chimique*; c'est l'exposé et l'interprétation des faits coordonnés dans les lois qui portent son nom et qui sont d'un emploi continuel dans les expériences de laboratoire. Par sa *Statique chimique*, Berthollet a été comme le précurseur de la chimie physique. M. Duhem nous a retrouvé cette belle phrase de lui : « Il est naturel de penser que, plus les principes auxquels parviendra la théorie chimique auront de généralité, plus ils auront d'analogie avec ceux de la mécanique. »

A côté de Berthollet, se placent ses collègues de l'École Polytechnique, Fourcroy et Vauquelin.

Fourcroy (1755-1809). Le nom de Fourcroy ne s'attache pas à de grandes découvertes ; mais il avait, comme professeur, même avant la Révolution, une réputation extraordinaire : à cette époque les cours du Jardin des Plantes attiraient jusqu'à quinze cents auditeurs. Fourcroy eut le mérite de faire comprendre et accepter au grand public les nouvelles théories de Lavoisier, sur la combustion, l'oxydation des métaux et la respiration.

Vauquelin (1763-1829). Vauquelin, élève de Fourcroy, est pour la postérité bien supérieur à son maître. Il resta très longtemps professeur au Muséum d'histoire naturelle : il l'était aussi à l'École des Mines.

Vauquelin a personnifié surtout l'étude de la chimie des corps naturels, végétaux ou animaux. En chimie minérale, on lui doit deux découvertes de premier ordre, celle de la glucine et celle du chrome.

Type de l'expérimentateur consciencieux, il exigeait de ses élèves une patience minutieuse ; un jeune homme qui se présentait pour entrer dans son laboratoire était

employé de suite à pulvériser une substance dans un mortier : si au bout d'une heure il demandait grâce, il était impitoyablement renvoyé.

Chevreul (1786-1889). Chevreul appartenait presque à cette phalange des premiers chimistes du XIXe siècle, car il avait été élève de Vauquelin, il était devenu de bonne heure examinateur de sortie à l'École Polytechnique et professeur au Jardin des Plantes.

De son maître Vauquelin, Chevreul avait gardé l'esprit de patiente et sagace observation. C'est cette qualité qui le conduisit, après de longues et minutieuses expériences, à sa grande découverte de la constitution des corps gras, féconde en conséquences de toute sorte pour la pratique aussi bien que pour la théorie, puisque de là est sortie l'industrie des bougies stéariques.

Plusieurs d'entre nous ont pu voir encore cet éminent chimiste, mort plus que centenaire et resté ainsi le trait d'union entre les savants du commencement et de la fin du XIXe siècle. Causeur infatigable, lisant plusieurs soirées de suite à son élève Cahours ses mémoires sur le gras de cadavre, avec tous les détails à l'appui. Original de caractère et d'habitudes : sobre, mais mangeant et dormant quand l'envie lui en prenait ; traitant son fils de soixante-quinze ans comme s'il en avait encore vingt. Un de nos collègues de la Société scientifique se trouvait dîner avec lui à Paris, le jour même où il avait cent ans ; les maîtres de la maison lui demandèrent sa recette pour vivre si longtemps : « D'abord, répondit-il, je n'ai jamais fait de politique ; ensuite, je n'ai jamais bu que de l'eau. »

Chevreul était un philosophe spiritualiste et même chrétien, ne craignant pas d'affirmer ses convictions ; elles avaient été affermies peut-être par les souvenirs de l'échafaud qu'il avait vu fonctionner à Angers pendant la Terreur, étant encore tout enfant.

II

Les disciples de Berthollet forment pour ainsi dire la seconde génération des chimistes français du XIXe siècle. Le premier, le plus illustre, est Gay-Lussac.

Gay-Lussac (1778-1850). Gay-Lussac avait été distingué par Berthollet pendant son séjour à l'École Polytechnique; il en était sorti élève-ingénieur des Ponts et Chaussées, mais Berthollet usant de sa haute autorité, le recueillit dans son laboratoire et le fit nommer son répétiteur. En 1810, Gay-Lussac devint professeur à l'École Polytechnique en remplacement de Fourcroy; il occupait en même temps les chaires de physique à la Sorbonne et de chimie générale au Muséum d'histoire naturelle. La bienveillance de Berthollet suivit son élève jusqu'à la fin : en mourant, il lui légua son épée de pair de France, le désignant ainsi comme son successeur pour représenter la science dans cette haute assemblée.

On peut dire que le disciple fut supérieur au maître : supérieur surtout par sa hauteur de vues et par l'universalité de ses travaux : la chimie, la physique, même l'industrie, se le sont partagé. L'éducation scientifique très générale de l'École Polytechnique a certainement été pour beaucoup dans ce développement harmonieux des grandes facultés naturelles de Gay-Lussac.

Dans l'œuvre immense qu'il a laissée, on est embarrassé de choisir les résultats principaux. C'est à lui que l'on doit la loi des rapports simples dans les combinaisons gazeuses, énoncée à la suite de minutieuses analyses, dont plusieurs en collaboration avec Humboldt. C'est Gay-Lussac qui a découvert le cyanogène, premier exemple de corps composés remplissant le rôle de corps simples : il a trouvé qu'il se rapproche du chlore par un grand nombre de ses réactions. Avec Thénard, il a préparé par

une méthode purement chimique, le potassium et le sodium que Davy avait découverts par l'électrolyse, mais en n'en produisant que des quantités insignifiantes : les deux chimistes français ont pu au contraire étudier toutes leurs réactions et ils s'en sont servis pour préparer le bore. Concurremment avec Davy, Gay-Lussac a établi définitivement la nature de corps simple pour l'iode, et montré par l'étude de ses principales combinaisons son extrême analogie avec le chlore.

En physique, on doit à Gay-Lussac l'égale dilatation des gaz et des vapeurs : ce fut son premier travail scientifique ; malgré toutes les recherches minutieuses faites dans la suite, cet énoncé reste comme une grande loi naturelle, au milieu des perturbations auxquelles elle est soumise : les physiciens, les mathématiciens la considèrent comme le caractère des gaz parfaits. L'étude des phénomènes capillaires, la mesure des densités et des chaleurs spécifiques des gaz, la détermination des tensions de vapeur des liquides et des dissolutions salines, la construction des thermomètres et des baromètres ont fait de Gay-Lussac un physicien aussi éminent qu'est le chimiste.

Ce savant ne se bornait pas à des recherches spéculatives. Il a donné à l'industrie un grand nombre de procédés d'analyse, rapides et exacts, encore couramment employés. Il a introduit dans la fabrication de l'acide sulfurique un perfectionnement considérable par l'emploi de la « tour » qui porte encore son nom et qui condense les vapeurs nitreuses.

Enfin, c'est Gay-Lussac qui a fait les premières ascensions en ballon en 1804, d'abord avec Biot à 4000 mètres, puis seul à 7000 mètres de hauteur. Il y a fait preuve d'une intrépidité et d'un sang-froid tout militaires ; si de l'École Polytechnique il était sorti dans l'armée, il aurait fait un officier d'artillerie aussi éminent que ses camarades du premier Empire.

Thénard (1777-1857). Thénard, élève de Vauquelin, doit être placé à côté de Gay-Lussac dont il fut le collaborateur. Ils ne se ressemblaient guère : Gay-Lussac était froid, presque timide ; Thénard, exubérant, un peu emphatique. On connaît sa célèbre phrase dans une leçon faite à l'École Polytechnique devant le duc d'Angoulême : « Monseigneur, l'hydrogène et l'oxygène vont avoir l'honneur de se combiner devant vous. » Mais que de rares qualités d'expérimentateur dans cet illustre chimiste ! et aussi que de cœur uni à un rare talent !

Le chef-d'œuvre des productions de Thénard est l'eau oxygénée. La découverte de ce corps a ouvert à la chimie des horizons nouveaux. Il se décompose sous les influences les plus faibles et souvent par de simples actions de contact, soulevant ainsi les problèmes les plus curieux. Thénard a fait magistralement connaître toutes les propriétés de l'eau oxygénée et il a ajouté à cette découverte celle du bi-sulfure d'hydrogène, tout à fait comparable par ses réactions.

Dans les travaux faits en commun avec Gay-Lussac, chacun des deux savants a apporté son caractère particulier : celui de Thénard était avant tout une grande sagacité d'observation, avec une rare habileté d'expérimentateur.

Thénard a rendu de sérieux services à l'industrie. On lui doit le procédé d'épuration des huiles par l'acide sulfurique et la fabrication de la céruse par le procédé dit de Clichy. L'invention du bleu qui porte son nom, produit par le phosphate de cobalt et l'alumine, avait été pour lui l'origine d'une fortune considérable ; il s'est toujours, ainsi que son fils, fait aimer par son extrême générosité.

Dulong (1785-1838). Dulong était un disciple de Berthollet, comme Gay-Lussac, mais plus jeune que lui ; comme lui, entièrement dévoué aux recherches originales,

et regrettant toujours le temps que leur enlevaient ses fonctions dans l'enseignement. Chaque soir, après son dîner, il faisait de la musique une heure ou deux, puis allait dans son laboratoire s'occuper de ses travaux très avant dans la nuit.

En sortant de l'École polytechnique, Dulong avait d'abord fait sa médecine ; il l'avait même exercée dans le misérable quartier de l'École, sans y faire fortune, tant il était généreux. Cette éducation spéciale nous a valu ses belles recherches sur la chaleur animale.

Les expériences sur la décomposition des sels insolubles par les carbonates alcalins connues sous le nom de « loi de Dulong », servent de base à l'analyse des substances minérales compactes et insolubles : inspirées par les idées de Berthollet, et étendues plus tard par Malaguti, elles donnent l'un des premiers exemples des études d'équilibres chimiques.

Dulong a découvert l'acide hypophosphoreux, l'un des premiers acides connus qui contiennent de l'eau de constitution, formant ainsi un groupe complexe analogue aux acides organiques.

C'est aussi à Dulong que l'on doit la découverte du chlorure d'azote, type de nos explosifs. Elle lui coûta cher : dans ses premières expériences il eut un doigt emporté ; il recommença quelque temps après pour faire l'analyse de ce dangereux liquide, et cette fois il perdit un œil ; sa santé générale resta même à jamais compromise.

Dulong est peut-être encore plus grand physicien que chimiste. On lui doit les expériences classiques sur la dilatation des liquides et sur le refroidissement. Ses nombreuses déterminations de chaleurs spécifiques poursuivies avec son ami Petit, ont abouti à la grande loi d'après laquelle les atomes des différents corps simples exigent tous, pour un même accroissement de température, la même quantité de chaleur. C'est Dulong qui avec Arago a

fait sur la force élastique des gaz et des vapeurs des déterminations que Regnault a, plus tard, si bien complétées, et que notre collègue M. Amagat a si extraordinairement étendues.

Dulong s'était lié avec Berzélius pendant un séjour de cet illustre chimiste à Paris en 1817 et 1818. Ils ont fait ensemble une analyse très exacte de l'eau, qui est restée classique. J'ai publié dans le *Livre du centenaire* de l'École Polytechnique (Gauthier-Villars, 1894) des extraits de la correspondance de ces deux amis qui les font bien connaître.

III

Dumas (1800-1884). C'est pour moi une véritable satisfaction que d'arriver à la grande figure de Dumas, la plus belle que j'aie connue dans notre monde scientifique. Quelle élévation d'idées, à la fois dans les questions de science, et dans les questions philosophiques et sociales ! Et quelle bienveillance paternelle pour tous les chimistes du milieu et de la fin du XIXe siècle, comme chez Berthollet pour ceux du commencement du siècle ! On me permettra d'insister sur cette belle vie.

Né en 1800, simple élève en pharmacie à Alais, Dumas vient à pied en 1817 jusqu'à Genève pour élargir le champ de ses études, trop bornées dans une officine de province. Là, passionné pour la science, il se lie avec Candolle, Th. de Saussure, Pictet, Prevost ; c'est avec Prevost qu'il fait son premier travail de physiologie, devenu classique, sur la formation de l'urée. Humboldt tient à le voir en passant à Genève et lui persuade de venir à Paris pour agrandir ses moyens de travail.

Il y arrive à 22 ans, déjà précédé par sa réputation. Ampère le fait nommer professeur à l'Athénée : Thénard et Arago, répétiteur à l'École Polytechnique. Les ressources qu'il y trouve tout d'abord ne lui suffisent bientôt plus :

presqu'aussitôt après son mariage avec Mlle Brongniart, il ouvre un laboratoire à ses frais dans un terrain appartenant à la famille de sa femme, près du Jardin des Plantes ; c'est là que pendant quinze ans, dans cet établissement privé, se sont formés presque tous les élèves de Dumas et quels élèves ! Peligot, Malaguti, Le Blanc, Piria, Favre, Laurent, Stas, Melsens, Wurtz, Henri Sainte-Claire Deville. En même temps qu'il poursuivait ses recherches, professeur incomparable, il attirait tout Paris à ses cours de la Sorbonne, du Collège de France et de l'École de médecine.

Dumas, malgré les vues si hardies et tout le brillant de son esprit méridional, était avant tout un expérimentateur. Il aimait les synthèses et les théories, mais ne voulait pas qu'on s'y attachât d'une manière trop tenace. Cette opinion, que je lui ai entendu émettre plusieurs fois dans les conseils qu'il voulait bien me donner, se retrouve exprimée dans sa *Philosophie chimique*, et ce passage avait vivement ému Laurent : « C'est avec regret, y dit-il, que je vois de jeunes chimistes si capables de faire un usage précieux de tous leurs moments, en consacrer même une partie à combiner vaguement des formules plus ou moins probables, plus ou moins possibles. » On sait combien il a lutté dans ce sens contre Berzélius et Liebig qui cherchaient toujours à partager les molécules complexes des corps organiques en deux groupes distincts et pas davantage.

C'est surtout par ses découvertes de chimie organique que s'est illustré Dumas. Les corps qu'il a découverts ne sont pas des êtres isolés : ce sont des chefs de famille, des représentants de propriétés générales. Or, en 1822, malgré les travaux de Chevreul et autres, la chimie organique était encore une science presque empirique. Mais voici Dumas, qui après avoir étudié les éthers de l'esprit de vin produit des composés semblables avec l'esprit de bois ; il a l'intuition de les rapprocher du blanc de baleine : il fonde la famille des alcools.

De même, il découvre l'oxamide et il fonde la famille des amides à laquelle, depuis, Schützenberger a rattaché l'albumine et plusieurs des principes immédiats de l'organisme.

En étudiant les acides organiques déjà connus et leurs dérivés, Dumas remarque en 1843 que leurs réactions chimiques sont entièrement parallèles lorsque leurs molécules diffèrent d'un nombre quelconque de fois le groupement CH_2 (c'est-à-dire un atome de carbone et deux atomes d'hydrogène). C'était, en fait, la classification des corps organiques d'après l'*homologie*, que Gerhardt a si bien développée, en lui attribuant ce nom nouveau.

Dumas, avec Malaguti et Le Blanc, découvre une réaction qui permet de remonter par synthèse d'un degré à l'autre de cette vaste échelle des acides ou des alcools homologues.

Une autre grande idée généralisatrice de Dumas est la loi des substitutions. Après avoir découvert l'acide acétique chloré, il montre comment les propriétés d'un corps organique tiennent souvent moins à leur composition qu'à l'arrangement des atomes : les acides acétiques, ordinaire et chloré, sont comme deux monuments de forme semblable, l'un en marbre, l'autre en pierre.

La chimie de précision a beaucoup occupé Dumas. Nous lui devons les méthodes classiques pour la détermination des densités de vapeur et pour les dosages d'azote.

Avec Boussingault, il a établi la composition de l'air et de l'eau : avec Stas, celle de l'acide carbonique.

L'un de ses travaux les plus intéressants est son mémoire sur les poids atomiques.

C'est à Dumas que l'on doit la classification naturelle des métalloïdes : elle a précédé de vingt ou trente ans la conception de la valence des corps simples.

En chimie physiologique, les travaux de Dumas sont nombreux. Les plus importants ont été résumés dans son livre classique de la *Statique chimique* des êtres vivants,

publiée avec Boussingault, modèle de nos œuvres de la belle langue française, d'un esprit et d'un style clairs et lumineux.

On a compté jusqu'à 854 publications de Dumas. Presque toutes sont antérieures à 1849.

C'est qu'en 1849, Dumas, jusque-là exclusivement savant et professeur, se trouve lancé dans la vie politique qui suspendit ses recherches.

On l'en a amèrement blâmé. Aujourd'hui, ceux qui arrivent à 60 ans, qui ont vu la Commune de Paris en 1871 et tant de luttes dans l'ordre philosophique et social, sont peut-être moins sévères. Ceux-là, dans leurs souvenirs d'enfant, revoient encore cette année 1848 où une étincelle brusquement allumée en France mit en mouvement l'Europe entière ; où, au moment des journées de juin, la société semblait ébranlée jusque dans ses fondements. « *Primo vivere, deinde philosophari* ». Comment un bon citoyen, à ce moment en vue dans l'Europe entière, pouvait-il refuser son concours à son pays ? Ce concours fut demandé à Dumas par le département du Nord où il avait rendu de grands services à l'industrie. Il accepta d'être député à l'Assemblée législative.

Supérieur en tout, Dumas fut bien vite remarqué dans cette vie nouvelle. Il fut ministre du Commerce et de l'Agriculture, sénateur, président du Conseil municipal de Paris. Au point de vue de toutes les questions de science appliquée, il rendit les plus grands services à la France. J'en citerai un seul : d'accord avec Belgrand, il sut triompher de la vieille routine des Parisiens et remplacer l'eau de Seine par l'eau de source pour l'alimentation de notre capitale. Homme de bon sens en même temps que savant, il montra deux flacons contenant les deux espèces d'eau, conservées quinze jours : par la différence d'aspect, la question était jugée.

En 1870, tout cet éclat extérieur disparut en un instant. Mais Dumas était resté toujours lui-même : il avait pu

affronter impunément cette grande tentation morale de voir toutes les grandeurs de ce monde accumulées sur sa tête. Dans son petit hôtel de la rue Saint-Dominique, il conservait la simplicité de sa vie de famille ; il avait gardé sa cordiale affabilité pour tous ceux qui venaient le trouver au nom de la science. Le luxe du second Empire lui était resté inconnu.

Dumas était rendu à la vie privée ; mais à l'honneur des Français, jamais peut-être sa souveraineté ne fut plus incontestée dans l'ordre scientifique et dans l'ordre administratif. Je n'en veux pour témoin que le Congrès international d'électricité de 1879, qui a eu tant d'importance pour les applications de la science dans le monde entier et où il fut un président si admiré. Dans la lutte contre le phylloxera, dans la préparation de l'expédition astronomique pour le passage de Vénus, dans les décisions à prendre pour l'étalon du mètre international, son autorité s'exerça de la manière la plus heureuse.

Cette supériorité universelle, cette souveraineté partout reconnue, Dumas ne la devait pas seulement à sa haute intelligence, à son labeur opiniâtre ; il la devait aussi à la pureté de sa vie, à sa valeur morale, à ses convictions spiritualistes. Ces convictions, il n'a pas craint de les affirmer en différentes circonstances solennelles, particulièrement à l'Académie française, dans ses discours, prononcés lorsqu'il y fut reçu en remplacement de Guizot et lorsque lui-même eut à y recevoir Taine comme nouvel élu.

Dumas a eu le privilège de conserver jusqu'à la fin la fraîcheur et la finesse de son esprit, avec toutes les qualités du cœur ; il est rare de voir une plus admirable vieillesse.

En 1884, il était allé prendre quelques semaines de repos dans le Midi. Une sortie trop tardive lui fit subir un refroidissement qui l'enleva en quelques jours. Il mourut en pleine connaissance, en vrai chrétien, remettant humblement son âme à Dieu, riche des immortelles espérances.

IV

Parmi les chimistes qui ont été à peu près les contemporains de Dumas, on doit citer les suivants :

Peligot (1811-1890). Peligot fut le collaborateur de Dumas dans les expériences classiques sur les éthers de l'esprit de bois : on lui doit des travaux remarquables sur le sucre de betterave et sur les verres.

Balard (1802-1876). Balard découvrit le brome et, avec une rare sagacité, vit tout de suite l'analogie de ce nouveau corps simple avec l'iode et le chlore. C'est lui qui montra tout le parti qu'on peut tirer des eaux-mères des marais salants.

Boussingault (1802-1887). Boussingault fut un maître en analyse chimique, collaborateur de Dumas pour ses expériences de précision et pour le célèbre ouvrage de la *Statique chimique* des êtres organisés. Mais, ce qui fait surtout la personnalité de Boussingault, c'est qu'il fut avec Liebig, quoique dans des voies différentes, le principal fondateur de la science et de la chimie agricoles, dont notre collègue M. Proost est aujourd'hui en Belgique le principal représentant.

L'intérêt que Boussingault prit toujours à l'analyse des phénomènes naturels lui venait à la fois de son rôle de grand propriétaire en Alsace et du genre de vie de sa première jeunesse. A sa sortie de l'École des Mines de Saint-Étienne, il avait été nommé professeur à l'École des Mines de Santa-Fé de Bogota et s'était embarqué sur un navire du gouvernement de la Colombie. Lorsqu'on fut en pleine mer, on le prévint ainsi que ses compagnons que c'était surtout sur leurs services militaires que l'on comptait, à cause de l'insurrection contre l'Espagne organisée par

Bolivar. Boussingault devint ainsi colonel d'état-major de l'armée de l'indépendance et passa plusieurs années à guerroyer. Mais entre temps il trouva moyen de faire les observations les plus intéressantes sur les pays où les hasards de la guerre l'avaient amené; à son retour en Europe, il avait déjà publié une cinquantaine de mémoires sur la géologie, la chimie et la météorologie et, de même que Humboldt, était déjà connu comme un des plus savants explorateurs de cette époque.

Son mariage avec Mlle le Bel, sœur d'un éminent agronome d'Alsace, l'entraîna du côté des recherches agricoles. Il reconnut tout de suite que le développement des êtres organisés ne peut être étudié sérieusement que par le concours incessant de l'analyse chimique. De là les longues séries d'expériences méthodiques qui ont établi tant de données essentielles : les recherches sur les fourrages, sur la composition des récoltes, sur l'assolement, sur l'alimentation du bétail, sur les fonctions des feuilles, sur le dosage de l'ammoniaque dans les eaux, etc. L'ouvrage où se trouvent rassemblés ces divers travaux restera un modèle pour les recherches de chimie agricole : personne n'a été un analyste plus consciencieux, plus sévère pour lui-même que ne l'était Boussingault.

V

Parmi les élèves formés par Dumas pour la chimie organique, il faut citer surtout Laurent, Gerhardt et Wurtz.

Laurent (1807-1853) et Gerhardt (1816-1856). Ces deux savants ont toujours été associés ensemble dans l'esprit des chimistes, à cause de leur longue amitié et de leurs idées communes. Tous deux étaient des esprits ardents, indépendants, batailleurs, très épris d'idées spécu-

latives, passionnés pour la science : tous deux sont morts pauvres avant d'avoir vu le triomphe des doctrines nouvelles dont ils avaient été les premiers auteurs. Ce sont eux qui ont persuadé aux chimistes de renoncer à la notation en équivalents pour prendre la notation des poids atomiques. Leurs idées sur la constitution des corps organiques, progressivement épurées et développées par les données nouvelles dues à Williamson, Hofmann, Kékulé, Wurtz, Cannizzaro, ont abouti, après leur mort, à la théorie atomique actuelle. On sait avec quelle ingéniosité cette théorie éclaire les questions d'isomérie si fréquentes en chimie organique, où une molécule complexe est une véritable constellation d'atomes différents et où le mode de groupement de ces atomes suffit pour donner des corps absolument distincts.

La biographie de Gerhardt publiée récemment par son fils avec la collaboration de Grimaux, a fait revivre les luttes de ce savant et son âpre caractère ; on peut y regretter quelques vivacités de langage contre Dumas ; ce fut Dumas cependant qui, en définitive, d'accord avec Thénard, fit donner à Gerhardt les deux chaires de Strasbourg où il finit si prématurément sa carrière, avec les ressources scientifiques dont l'enseignement supérieur en France disposait à cette époque.

Au point de vue des découvertes expérimentales, le nom de Laurent reste surtout attaché à la production de la naphtaline et de ses dérivés chlorés ; celui de Gerhardt, à celle des anhydrides des acides organiques et à la préparation de la quinoléine.

Wurtz (1817-1884). Wurtz est le plus grand élève de Dumas : grand surtout par ses découvertes expérimentales. Il a produit les premières ammoniaques composées dont le champ devait être si admirablement élargi par Hofmann. C'est Wurtz aussi qui a découvert le premier alcool diatomique, le glycol, dont la molécule complexe

exerce deux fois la fonction d'alcool : de là une multitude de composés curieux, notamment l'oxyde d'éthylène et la névrine.

La production synthétique des radicaux alcooliques mixtes est une réaction qui a été employée dans un grand nombre d'autres circonstances.

L'établissement de la fonction double de l'acide lactique, à la fois acide et alcool, la production de l'hydrate d'amylène isomère de l'alcool amylique sont encore des découvertes de premier ordre.

Wurtz a été un ardent apôtre des idées nouvelles semées par Laurent et Gerhardt. Il y a consacré tout son talent de professeur. Nous le voyons encore devant le tableau, gesticulant, montrant les atomes en train de s'accrocher entre eux comme s'ils étaient devant lui. Il avait une foi ardente dans ces théories nouvelles et était à cet égard d'une orthodoxie farouche.

Wurtz avait une autre foi, supérieure à celle de la théorie atomique. Il avait fait la synthèse de la névrine, produit de désassimilation de la matière du cerveau, mais ce n'est pas lui qui aurait dit qu'il avait fait ainsi la synthèse de la pensée. Né protestant, il était resté un ferme chrétien. A l'Association française pour l'avancement des sciences, dans la session tenue à Lille en 1874, il montrait, dans un magnifique langage, comment l'homme « est conduit à subordonner les phénomènes à une cause première, unique, universelle, Dieu ».

Dans la notice qu'il a écrite sur son illustre maître (Bulletin de la Société chimique, 1885, t. XLIII, p. xxv), Friedel a dit de lui : « L'alliance de la science et de la religion qu'on traite souvent de chimère, il la savait possible par son expérience personnelle, il l'avait vue réalisée chez bien des hommes éminents, et il en sentait tout le prix, à la fois pour la religion qu'elle rend plus humaine, et pour la science à laquelle elle donne des ailes pour s'élever vers l'idéal. »

Wurtz, maître incomparable, plein de bienveillance et de sollicitude pour ses élèves, a fondé une brillante école de chimistes. Il a eu pour disciples Schützenberger, si connu par ses études sur le dédoublement de l'albumine, Grimaux, l'auteur de la synthèse de l'acide citrique, M. Armand Gautier, M. Lauth, M. le Bel, surtout Friedel.

Friedel (1832-1899). Le double caractère d'éminent chimiste et de chrétien sincère se retrouve dans Friedel, comme dans Wurtz son maître. Outre les recherches délicates poursuivies par Friedel sur les questions d'isomérie, il restera de lui les synthèses innombrables fondées sur l'action de présence du chlorure d'aluminium et aussi cette chimie organique nouvelle formée par les composés où le carbone est remplacé par le silicium. Les recherches de Friedel sur la glycérine et sur les autres composés à trois atomes de carbone touchent aux travaux si remarquables de notre collègue M. Louis Henry ; mais je m'abstiens ici de parler des vivants...

Melsens (1814-1886) a été, lui aussi, un des meilleurs élèves de Dumas : nous n'oublions point quel hommage ému il est venu lui rendre sur sa tombe au nom de ses disciples étrangers.

Melsens s'est occupé de recherches très diverses. En chimie, son nom reste attaché aux expériences sur la « substitution inverse » ; il a su, dans les dérivés chlorés, remplacer le chlore par l'hydrogène : il a ainsi, avec le chlorure de carbone, formé le gaz des marais par une véritable synthèse qui a précédé les grands travaux de M. Berthelot.

On peut également citer les mémoires de Melsens sur la liquéfaction des gaz condensés par le charbon, et sur la combinaison de l'hydrogène avec le chlore dans l'obscurité.

Cahours (1813-1891). Cahours, en sortant de l'École Polytechnique, fut aussi l'élève de Dumas, en même temps que de Chevreul. Il a été vraiment un maître en chimie organique.

Ses premières recherches portèrent sur l'huile de pommes de terre qu'il caractérisa le premier comme un alcool, l'alcool amylique ; à cette époque on ne connaissait encore pour cette fonction chimique que l'esprit de vin, l'esprit de bois et l'éthal, tous trois définis comme alcools par Dumas.

Les expériences faites par Cahours, seul ou en collaboration avec Gerhardt, sur différents corps de la série aromatique ont ouvert la voie à un grand nombre de recherches faites par différents chimistes. Il a isolé le cinnamène, le cymène, le xylène, la pipéridine. On lui doit l'étude très exacte de l'acide salicylique qu'il produisit au moyen de l'essence de *wintergreen*.

C'est Cahours qui a découvert les chlorures anhydres d'acides, dont le type est le chlorure d'acétyle, sorte de fonction chimique nouvelle, féconde pour des réactions très variées.

Les expériences sur l'anomalie des densités de vapeur de l'acide acétique et du perchlorure de phosphore ont eu une portée considérable.

Avec Hofmann, auquel l'unissait une véritable amitié, Cahours a isolé l'alcool allylique et décrit les bases phosphorées, ammoniaques composées où l'azote est remplacé par le phosphore. Avec Pelouze, il a fait connaître la nature chimique des pétroles d'Amérique.

Enfin Cahours a été comme le législateur des corps organo-métalliques, dont les premiers avaient été découverts par Bunsen et Frankland ; plusieurs de ses expériences sur ces corps si difficiles à manier ont été faites en collaboration avec M. Riche. Cahours a montré comment et pourquoi plusieurs de ces corps singuliers, formés d'un métal, de carbone et d'hydrogène, peuvent fonctionner

comme des métaux composés ; la notion de *saturation* ainsi introduite en chimie organique n'est autre que celle de la valence, base de la théorie atomique actuelle.

VI

Pelouze, Regnault, Ebelmen et Fremy peuvent être considérés comme n'ayant pas subi l'influence de Dumas, si considérable au milieu du XIXe siècle.

Pelouze (1807-1867) a trouvé le coton-poudre. Il a démontré l'identité du sucre de canne et du sucre de betterave. En commun avec Cahours, il a établi la nature chimique des pétroles d'Amérique.

Regnault (1810-1878) était sorti de l'École Polytechnique dans le Corps des ingénieurs des mines et y avait été l'élève de Berthier. Il est surtout connu comme physicien, mais il avait consacré à la chimie ses premiers travaux. On ne doit pas oublier ses remarquables expériences relatives à l'action du chlore sur la liqueur des Hollandais et sur les éthers chlorhydriques : elles ont apporté un appui solide à la théorie des substitutions.

Ebelmen (1814-1852). Ebelmen, trop tôt enlevé à la science, était sorti de l'École Polytechnique dans le Corps des mines et avait été de même que Regnault, l'élève de Berthier.

Dans les quatre années qu'il passa comme ingénieur des mines dans la petite ville de Vesoul, il trouva moyen de faire des travaux de chimie métallurgique très remarquables qu'il développa pendant presque toute sa vie ; on lui doit l'analyse précise des gaz des hauts fourneaux et des fours à puddler : de là une théorie exacte des opérations qui s'exécutent dans ces appareils industriels ; de là

aussi l'emploi des générateurs à combustibles gazeux. Ebelmen est le véritable inventeur des fours à gaz.

On reconnaît aussi son caractère de savant ingénieur des mines dans ses beaux travaux sur la décomposition des roches stratifiées, et en particulier des granites. Il a, par des analyses multipliées, établi comment les influences atmosphériques interviennent dans ces décompositions en donnant une argile qui reste sur place, tandis que les alcalis sont entraînés au loin.

Mais, dans l'œuvre d'Ebelmen ce qui attire le plus les chimistes, ce sont ses synthèses minéralogiques, effectuées à l'aide des fours à porcelaine de la manufacture de Sèvres dont il était directeur. Il a obtenu le corindon en chauffant longtemps l'alumine anhydre avec l'acide borique : en y ajoutant des traces d'oxyde de chrome, il a pu reproduire le rubis.

Fremy (1814-1894). Fremy, élève de Gay-Lussac et de Thénard, et leur successeur dans l'enseignement de l'École Polytechnique, a laissé une œuvre variée. Épris de la chimie comme un artiste, expérimentateur d'une habileté consommée, préoccupé des grands problèmes de l'industrie, il a fouillé tous les coins de notre science. Plein d'ardeur dans son enseignement, il savait la faire aimer à ses élèves.

Avec Edm. Becquerel, Fremy, par des expériences rigoureuses, a établi définitivement la nature de l'ozone. En chimie organique, il a donné la préparation classique de l'acide lactique de fermentation ; il a été le principal auteur de la saponification sulfurique des corps gras ; il a fait sur beaucoup de principes immédiats de l'organisme de nombreux travaux dont on a tiré parti depuis : telles sont, par exemple, ses recherches sur les différentes variétés de cellulose et sur la série pectique.

En chimie minérale, Fremy a préparé les sulfures décomposables par l'eau et divers composés complexes

qui rappellent ceux de la chimie organique, les sels ammoniaco-cobaltiques, par exemple. Il est arrivé à reproduire, avec M. Verneuil, ces magnifiques rubis que l'on a pu admirer encore à l'Exposition de 1900 et dont le Muséum d'histoire naturelle ainsi que l'Institut catholique de Paris possèdent de très beaux spécimens.

Enfin Fremy a fait des fluorures une étude approfondie qui l'a conduit tout près de l'isolement du fluor : cet honneur était réservé à son meilleur élève, M. Moissan.

VII

Les travaux de Fremy et d'Ebelmen nous ramènent à la chimie minérale et aux élèves laissés par Dumas pour cette branche de la science, aussi bien que pour la chimie organique.

Stas (1813-1891). Ici, nous trouvons un célèbre savant belge, Stas, dont M. Henry a très bien fait ressortir récemment les importants travaux. Ils ont porté principalement sur la détermination des valeurs numériques des poids atomiques de divers corps simples, l'un des problèmes les plus ardus de la chimie de précision. Non seulement Stas nous a laissé des nombres méritant toute confiance, mais en outre il a répondu à une question délicate soulevée en 1860 par de Marignac, renouvelée depuis par Schützenberger, celle de la variabilité des poids atomiques quand on passe d'un composé à l'autre : ne serait-il pas possible que certains composés ne renferment pas un excès très faible sans doute, mais sensible de l'un des éléments ? Stas, par des exemples précis, a fait disparaître ce doute.

On doit aussi à Stas un travail sur la nicotine et de très intéressantes recherches de spectroscopie.

De Marignac (1817-1894). De Marignac, aux doutes duquel Stas avait voulu répondre, est l'un des savants qui ont le plus fait pour la chimie minérale. Élève de l'École Polytechnique, mais Suisse d'origine et professeur à l'Université de Genève dès l'âge de 24 ans, il n'a pas cessé d'étudier les questions de chimie les plus délicates en les associant aux mesures cristallographiques. Il a établi l'isomorphisme des fluozirconates, fluostannates, fluotitanates et fluosilicates : ainsi s'est trouvée fixée la formule de la silice pour laquelle on avait longtemps hésité. L'étude des métaux rares était pour lui une spécialité ; on lui doit la découverte de l'ytterbium. Enfin, c'est Marignac qui a montré que le chlorhydrate d'ammoniaque en vapeurs est presque entièrement décomposé, problème célèbre à cause des discussions entre Wurtz et Delville, discussions ardentes qui, à un moment, ont mis en feu tout le monde savant.

Charles Sainte-Claire Deville (1814-1876) et Henri Sainte-Claire Deville (1818-1881). Les deux frères Sainte-Claire Deville s'aimaient tellement qu'on ne peut pas, même ici, les séparer l'un de l'autre.

Charles Sainte-Claire Deville est surtout connu par ses belles recherches de géologie sur les volcans, mais elles appartiennent à la chimie par de remarquables analyses de gaz (faites en partie avec la collaboration de Le Blanc). Ses expériences sur l'allotropie du soufre sont restées classiques. Il en est de même de ses analyses des feldspaths, dont il a établi la formule définitive. Enfin son caractère de chrétien convaincu, son attachement à la cause de la liberté de l'enseignement supérieur, méritent à Charles Sainte-Claire Deville le souvenir tout spécial des membres de la Société scientifique de Bruxelles : il s'était fait inscrire parmi les membres de notre Société.

Henri Sainte-Claire Deville est l'un des chimistes du

XIXe siècle dont l'œuvre restera la plus solide. Les méthodes d'analyse dont il est l'auteur sont irréprochables. Avec M. Troost, il nous a appris à déterminer les densités de vapeur à des températures très élevées, et il a fait de cette méthode les plus intéressantes applications. Il a découvert l'anhydride azotique. Avec Debray, il est arrivé à fondre couramment le platine, grâce au chalumeau à gaz oxhydrique ; il a laissé sur ce métal et ses congénères des travaux remarquables, continués depuis par Joly et par M. Leidié : la construction de l'étalon du mètre international en a largement profité. Avec notre collègue M. Hautefeuille, Henri Sainte-Claire Deville a réalisé les synthèses minéralogiques les plus remarquables. Il a fondé la fabrication industrielle de l'aluminium : elle a fonctionné de longues années telle qu'il l'avait établie et elle ne s'est renouvelée que récemment par les méthodes électrolytiques, rendues pratiques grâce à l'emploi de l'énergie fournie par les cours d'eau.

La dissociation est de toutes les découvertes de Deville celle qui a la plus grande portée. Ses expériences sur la décomposition partielle des corps réputés les plus fixes, à des températures très élevées, nous ont ouvert des horizons nouveaux sur la chimie du soleil et des astres, complétant ainsi pour ainsi dire les merveilleux résultats de l'analyse spectrale due à Kirchhoff et Bunsen ; l'emploi du four électrique, dû à M. Moissan, a fait ressortir encore davantage l'importance de ces recherches pour la chimie. Leur portée philosophique est encore plus grande. En rattachant la dissociation chimique à l'évaporation, la décomposition chimique à l'ébullition, Deville a été l'un des principaux fondateurs de la chimie physique, aujourd'hui si développée, lien entre les sciences mathématiques et les sciences physiques. Debray a su le premier donner une forme précise aux idées de Deville par ses expériences sur le carbonate de chaux. Les belles recherches de M. Berthelot sur l'éthérification s'y relient aujourd'hui

pour constituer le grand ensemble des phénomènes d'équilibres chimiques.

Deville, par son ardeur communicative, par sa présence continuelle dans son laboratoire, par son extrême affabilité, par son caractère éminemment serviable, a réussi à former autour de lui toute une pléiade d'élèves éminents : parmi les morts, on peut citer Debray, Joly, Isambert : parmi les vivants, MM. Troost, Fouqué, Hautefeuille, Ditte, Gernez, Lechartier.

Tous ceux qui ont eu le bonheur d'assister le dimanche à l'École normale à ces causeries familières pleines de bonhomie, d'*humour* et d'entrain, où se plaisait notre illustre chimiste, en ont conservé un ineffaçable souvenir.

VIII

Pasteur (1822-1895). La figure de Pasteur est l'une des plus belles parmi celles des chimistes français du XIXe siècle. Ce grand homme a enrichi de ses découvertes plusieurs sciences distinctes, notamment la médecine et l'histoire naturelle. Mais ses premiers travaux sur l'acide tartrique appartiennent à la chimie, et il en est de même de ses recherches sur les fermentations.

L'œuvre de Pasteur est encore si vivante qu'il suffit de la rappeler à grands traits.

A vingt-cinq ans, sortant de l'École normale, il montre la relation précise entre la forme cristallographique de l'acide tartrique solide sous ses différents états isomères et l'action de ses dissolutions sur la lumière polarisée ; il établit la vraie nature de l'acide racémique et fait connaître l'acide tartrique inactif non dédoublable. Biot admire tellement ces découvertes qu'après avoir fait répéter au jeune savant ses expériences, il l'embrasse en pleurant.

Ces premières recherches, par suite de l'action des

moisissures sur l'acide tartrique, conduisirent Pasteur à ses belles et longues études sur les fermentations qui forment un ensemble si complet : fermentations alcoolique, acétique, lactique, butyrique. Partout, Pasteur y trouve l'action des microbes, petits êtres microscopiques à peine entrevus avant lui, dont la petitesse est compensée par l'extrême activité : le ferment alcoolique produit en 24 heures seize millions d'individus semblables à lui-même : en 24 heures, il consomme une quantité d'aliments égale à peu près à cent fois son propre poids, tandis que pour les animaux supérieurs, cette proportion n'est que de un-centième. A chacun des chapitres de ce travail, en apparence tout spéculatif, se rattachent des applications pratiques ; amélioration de la fabrication du vinaigre ; stérilisation du lait ; renouvellement de la grande industrie de la bière.

Ces mêmes recherches conduisent Pasteur à ses célèbres expériences sur la génération spontanée. Après bien des discussions, il en dégage une conclusion de premier ordre à la fois au point de vue scientifique et au point de vue philosophique : « Rien ne permet d'affirmer que des êtres microscopiques sont venus au monde sans germes, sans parents semblables à eux-mêmes. »

De ces mêmes études est née la bactériologie actuelle, avec toutes ses méthodes et ses minutieuses précautions ; on sait quelle importance elle a aujourd'hui en médecine pour reconnaître et définir une maladie. C'est également de ces expériences qu'après de très vives luttes est résulté l'emploi raisonné des antiseptiques et des aseptiques qui ont transformé la chirurgie ; c'est en se préservant ainsi de l'invasion des microbes extérieurs qu'elle peut aujourd'hui effectuer sans danger des opérations que les plus audacieux chirurgiens n'auraient jamais osé tenter autrefois. Les méthodes de l'hygiène moderne, qui permettent d'atténuer et même d'enrayer les épidémies, sont dues également à ces travaux de Pasteur.

C'est conduit toujours par le développement successif de ses expériences, que Pasteur consacra ses dernières années aux recherches sur les maladies virulentes qui ont si justement popularisé son nom. On sait qu'il arriva à guérir les moutons de la maladie du charbon par des inoculations de microbe atténué systématiquement par l'action de la chaleur. Mais parmi les résultats pratiques obtenus, le plus magnifique a été la guérison de la rage après morsure. Cette découverte a fait de Pasteur l'un des grands bienfaiteurs de l'humanité.

Qui sait où dans cette voie s'arrêteront ses disciples ? M. le Dr Roux a trouvé le sérum antidiphtérique aujourd'hui partout employé, et l'on fonde de grandes espérances sur la lutte engagée contre la peste. La médecine et l'hygiène ont été renouvelées par un simple professeur, par un expérimentateur sagace et infatigable.

Pasteur était membre de la Société scientifique de Bruxelles. Il n'a jamais dissimulé ses convictions spiritualistes. Il est mort en vrai chrétien.

IX

Le vingt-cinquième anniversaire de la fondation de la Société scientifique de Bruxelles était, ce semble, le moment propice pour retracer la vie des principaux chimistes de langue française du XIXe siècle dont l'œuvre est presque en même temps l'histoire de la chimie.

Dans quelques années nous aurons disparu, nous qui avons eu le bonheur de connaître Dumas, Deville, Wurtz et Pasteur : eux-mêmes, ou leurs contemporains, nous avaient transmis sur Gay-Lussac, Dulong, Berthollet, des souvenirs qui ne se retrouveront plus.

Je voudrais que les jeunes gens sous les yeux desquels tombera cette revue rapide, en rapportent l'impression de l'énorme labeur auquel tous ces hommes éminents ont dû

leur réputation : « Dieu a donné la terre à l'homme pour qu'il la travaille » (*Gen.*, c. II, v. 15). Rien n'est plus vrai que cette maxime dans l'ordre scientifique. Les vues intuitives ne suffisent pas, pour aucune grande découverte, s'il ne s'y joint un travail assidu.

Un autre souvenir à garder, c'est que dans nos sciences expérimentales, aussi bien que dans les sciences mathématiques, beaucoup de nos maîtres ont professé leur respect pour les convictions chrétiennes que la Société scientifique de Bruxelles associe à son ardent amour pour la science. Beaucoup, et des plus illustres, tels que Dumas et Pasteur, génies qui s'étaient faits eux-mêmes, qui n'ont été les disciples de personne, sont morts comme nous désirons mourir, se recommandant à l'immense miséricorde du Christ, notre Rédempteur.

Ces faits sont utiles à connaître, car tous, nous sommes étreints par l'influence du milieu où nous vivons ; et là est pour la foule qui nous entoure, une grande épreuve.

L'homme qui gagne chaque jour son pain à la sueur de son front, est ébloui par les résultats extraordinaires de nos découvertes scientifiques qui pénètrent aujourd'hui toute la vie matérielle. Et si on lui dit que les savants qui ont fait ces grandes découvertes ne croyaient à rien, ni au Rédempteur, ni à l'âme immortelle, ni à Dieu, quelle épouvantable tentation!... Comment s'y soustraire quand on n'a pas le temps d'étudier?

De là, toutes les crises sociales dont nous souffrons si souvent, que veulent conjurer nos amis des *Unions sociales* et qui restent le terrible danger du XXe siècle.

C'est dans le but spécial de chercher un remède à ce mal redoutable que la Société scientifique de Bruxelles a été fondée.

Aussi elle ne peut trop répandre autour d'elle les graves réflexions de Dumas, notre grand chimiste du XIXe siècle. Il rappelait, dans une circonstance solennelle, ce mot de Laplace : « Ce que nous savons est bien peu de chose »,

et il ajoutait avec toute son autorité de savant : « Nous n'avons pas le droit d'attribuer à la science des prétentions à la direction de l'axe moral du monde, que ses progrès n'autorisent pas. »

Puissent aussi se populariser ces belles paroles prononcées il y a vingt-cinq ans, à l'origine même de la Société scientifique de Bruxelles, par notre vénéré président M. le docteur Lefebvre : « La foi et la science sont deux filles du ciel qui, une fois descendues parmi les hommes, finissent toujours par se rencontrer, se reconnaître et s'embrasser. »

Georges Lemoine,
Membre de l'Institut de France.

L'ÉVOLUTION DE LA PSYCHOLOGIE

AU XIXe SIÈCLE (1)

Il faudrait un volume et un gros volume pour esquisser l'histoire des variations qu'ont subies les théories psychologiques dans le cours du siècle écoulé. Je n'ai pas la prétention de traiter ce vaste sujet. Certes il serait intéressant de suivre les transformations qui, depuis 1800, se sont accomplies dans les théories, dans la métaphysique de la science de l'esprit; de noter les phases par lesquelles a passé l'éternelle lutte, vieille comme la philosophie, entre spiritualistes, voire idéalistes d'une part et matérialistes de l'autre. Ces derniers ont rencontré une hostilité à laquelle certes ils ne s'attendaient pas : quelques-uns de ceux sur l'autorité desquels ils s'appuient volontiers, des physiologistes, des physiciens loin de nier l'existence de l'esprit ont cru à son action à distance, à son extériorisation. Il convient de ne pas repousser *à priori* des conclusions tirées d'expériences faites de bonne foi. Mais hâtons-nous de dire que, jusqu'à ce jour, la télépathie n'est encore qu'une hypothèse hardie et bizarre. Je ne veux pas m'arrêter aux théories. Toutefois je dois dire un mot de la restauration de la philosophie scolastique, parce que cet événement a une importance considérable au point de vue scientifique. De toutes les métaphysiques celle du plus grand des naturalistes s'accorde le mieux avec les

(1) Conférence faite à l'Assemblée générale de la Société scientifique de Bruxelles, le mardi 9 avril 1901.

préoccupations des expérimentateurs. La faire refleurir en un siècle où les sciences positives ont brillé d'un éclat incomparable, est une de ces idées de génie comme en a eu tant, dans tous les domaines, ce pape admirable dont l'inlassable activité défie le temps et « qui sera centenaire avant d'être immortel » (1).

Repoussant cette dualité désespérante pour l'esprit, ce parallélisme entre la vie intérieure et la vie extérieure, les scolastiques, à l'exemple d'Aristote, professent que l'homme est une unité, âme et corps forment un tout. La psychologie de ces maîtres est en réalité une anthropologie. Il était temps de revenir à cette conception éminemment raisonnable. De toutes parts les recherches scientifiques, les données positives envahissaient comme une marée le domaine psychologique; depuis vingt ans qu'elle est née, la psychologie expérimentale a déjà accompli une œuvre immense; c'est d'elle que je veux vous entretenir quelques instants : aussi bien, depuis son origine, la psychologie n'a jamais subi une évolution plus profonde.

Les révolutions, parmi les ruines qu'elles sèment, établissent des institutions nouvelles ; celles-ci, a-t-on dit, ne sont durables que pour autant qu'elles se trouvent en harmonie avec l'évolution. La transformation qu'a subie depuis vingt ans la science de l'esprit, n'est que l'achèvement d'un travail commencé il y a des siècles, non par les psychologues, mais en dehors de la philosophie. Sans doute, dès l'origine de la science, des penseurs se sont trouvés pour attribuer à l'organisme un rôle prépondérant, voire même exclusif; et vingt siècles ont retenti de l'inlassable querelle entre partisans de l'esprit et partisans de la matière. Mais chose digne d'être remarquée, ce ne sont pas les philosophes matérialistes qui ont songé à étudier les phénomènes intellectuels, comme il convient d'étudier

(1) François Coppée.

les phénomènes matériels : en pesant et en mesurant. Non, les philosophes matérialistes ont essayé d'établir leurs théories par des raisonnements. Et l'un d'entre eux, un médecin pourtant, a lancé cet aphorisme célèbre : « Pas de matière sans force ni de force sans matière », que tout le monde connaît. Ce n'est nullement chez les matérialistes qu'il faut chercher les origines du mouvement actuel : le fondateur illustre de la psychologie physiologique est spiritualiste.

Je le répète, la psychologie expérimentale est née en dehors, à côté de la psychologie métaphysique ; elle y a été introduite soudainement, j'allais dire brusquement.

Depuis les temps les plus reculés les médecins ont constaté des troubles psychiques chez certains malades ; des hallucinations, des affaiblissements, des exaltations, des perversions de la sensibilité, des pertes de mémoire, etc. Voici ce qu'écrivait déjà Pline le naturaliste à propos des amnésies : « Rien n'est plus fragile que la mémoire de l'homme ; les maladies, les chutes, une simple frayeur l'altèrent soit complètement, soit partiellement. Un homme frappé d'une pierre n'oublie que les lettres, un homme tombé d'un toit très élevé ne reconnaissait plus ni sa mère ni ses parents, une maladie enlève à un autre le souvenir de ses esclaves. L'orateur Messala Corvinus oublia son propre nom (1). »

Elles sont innombrables ces altérations morbides des phénomènes conscients, et combien instructives ! C'est quand un mécanisme est détraqué qu'on se rend plus aisément compte du rôle et de l'importance de chacun de ses rouages. Certes les médecins en général et les aliénistes en particulier notaient les phénomènes psychiques anormaux, mais les observant en médecins ils ne leur accordaient pas l'importance qu'ils méritent ; le plus

(1) Pline, *Histoire naturelle*, Lib. VII, c. 24.

ancien travail paru sur les altérations de la faculté rétentive : l'*Essai sur les maladies de la mémoire* du docteur Louyer-Villermay date de 1817 !

A cause même de l'union étroite de l'esprit avec l'organisme, les physiologistes ont été amenés à s'occuper de certains phénomènes psychiques. Au début du siècle dernier Jean Müller, illustre physiologiste allemand et qui était disciple de Kant, tenta à sa manière de donner une base physiologique à la théorie des formes subjectives de l'intuition. Il est l'auteur de la célèbre théorie de la spécificité des nerfs. Si l'on comprime, brûle, coupe le nerf optique, ces diverses stimulations engendrent toujours une image lumineuse ; quelle que soit la nature des excitations produites sur un nerf sensitif, il en résulte toujours des sensations de même espèce particulière à chaque sorte de nerf. Parmi les physiologistes célèbres qui se sont occupés des phénomènes conscients il convient de citer surtout Helmholtz, puis Dubois-Reymond, Exner, Donders.

Le plus célèbre des savants qui avant M. Wundt s'occupèrent de questions psychologiques, est le fondateur de la psycho-physique. Fechner avait rêvé de réduire en belles formules mathématiques les rapports qui existent entre les stimulations et les sensations.

D'une manière générale, plus une stimulation est intense, plus la sensation qu'elle produit est vive. Pour donner à ceux qui me font l'honneur de m'écouter des images auditives intenses je dois, toutes les conditions et notamment l'attention restant les mêmes, élever la voix, faire vibrer plus fort l'air expiré, l'atmosphère de la salle, et les tympans des auditeurs ; mais il n'y a pas un rapport simple entre la force de ma voix et l'intensité de vos images auditives : si je crie exactement deux fois aussi fort, vous n'entendrez pas tout à fait deux fois aussi bien.

Et voici une façon plus précise d'exposer la loi de Weber. Si, tandis que je garde les yeux clos, vous dépo-

sez sur ma main tendue un poids de 1 kilo, j'aurai l'impression d'une certaine sensation de pesanteur que je puis nettement sentir et retenir. Si alors vous enlevez le poids de 1 kilo et le remplacez par un autre de 2 kilos, je sentirai que celui-ci est beaucoup plus pesant que le premier, mais il ne me semblera pas exactement peser le double ; il me semblera un peu inférieur à deux fois le premier : pour qu'il me paraisse double, il faudra que vous ajoutiez 20 grammes, ou 25 grammes, 30 grammes, peut-être davantage : cela dépendra de la finesse de mon sens de la pesanteur.

Supposons que pour moi, étant donnée l'acuité particulière de mon sens musculaire, ce poids additionnel perceptible soit de 20 grammes. La sensation considérée comme l'unité est produite par la pression de 1 kilo. Pour produire la sensation d'intensité exactement double, il a fallu à un deuxième kilo ajouter après tâtonnements 20 grammes. Le rapport entre le grand poids ajouté 1 kilo et le faible poids additionnel, est $\frac{20}{1000}$ grammes ou $\frac{1}{50}$. Cette fraction est une constante. C'est-à-dire que si vous voulez produire chez moi une sensation de poids triple de celle que l'on obtient en plaçant sur la main un kilo, il ne faudra plus tâtonner. Vous ajouterez tout simplement au kilo initial, deux nouveaux kilos plus $\frac{1}{50}$ de 2 kilos, soit 40 grammes (1).

Fechner croyait que la fraction constante qui pour moi et pour les sensations de poids est de $\frac{1}{50}$, est la même chez tous les hommes et pour toutes les espèces de sensations. La sensation, disait-il, croît comme le logarithme de l'excitation. C'était beau, large, simple et grand. On s'enthousiasma pour une si belle découverte ; de toutes parts des

(1) On peut présenter la question sous une autre forme : Si à un kilo on ajoute 2,3 grammes, je ne sentirai aucun accroissement de pression. Il faudra p. ex. 20 grammes, $\frac{1}{50}$ du poids primitif. Pour augmenter la pression produite par 2 kilos il faut ajouter 40 grammes ; à 3 kilos 60 grammes, toujours $\frac{1}{50}$.

savants s'attachèrent à vérifier la loi psycho-physique et les chiffres envahirent le domaine psychologique. On crut pouvoir exprimer en une belle formule mathématique le rapport entre l'intensité de l'ébranlement des organes sensoriels, et la sensibilité. Il fallut en rabattre.

On s'aperçut tout d'abord que l'importance de la fraction constante n'est pas du tout la même chez tout le monde. On aurait dû s'y attendre ; tous les hommes n'ont pas la même finesse nerveuse, la même acuité sensorielle. Chez les uns cette sensibilité est beaucoup plus aiguisée que chez les autres. Ainsi la fraction constante de $\frac{1}{59}$ pour la sensibilité aux pressions sera $\frac{1}{30}$ chez M. X. et $\frac{1}{20}$ chez M. Z.

En poursuivant les recherches on fit une découverte que l'on ne pouvait pas prévoir aussi aisément : la fraction constante chez un même individu est autre pour les sensations visuelles, par exemple, et autre pour les sensations de poids. Dans le premier cas elle sera, je suppose, $\frac{1}{33}$ et dans le second $\frac{1}{50}$.

Mais voici qui est plus fâcheux : la fraction constante chez un sujet donné, et pour un organe des sens déterminé, ne demeure pas fixe ni invariable : toujours et chez tout le monde elle diminue par l'exercice ! et encore avec les variations de l'attention, les dispositions du sujet au moment des expériences.

A l'heure qu'il est, la loi psycho-physique doit se formuler à peu près comme ceci : « Le rapport entre la stimulation additionnelle et la stimulation principale est fixe pour un sujet, un organe des sens déterminé et à un moment donné. » Un de ceux qui ont le plus énergiquement soutenu la loi psycho-physique, à ses débuts, feu Delbœuf m'écrivait quelques mois avant sa mort : « Vous êtes sévère pour la psycho-physique, vous pouvez l'être davantage, c'est une fantasmagorie. » — Cependant, dans cette erreur comme dans toutes les erreurs il y a une part de vérité : c'est que le rapport entre la plus faible stimulation additionnelle perceptible et la stimulation principale

est d'une manière générale et constante plus petit chez tel sujet que chez tel autre, surtout pour certains organes sensoriels. Certaines personnes ont l'oreille plus fine et perçoivent mieux les différences des sons, même leurs différences d'intensité ; d'autres ont le sens du toucher plus affiné. Et cette finesse congénitale développée par un long usage demeure à peu près fixe, elle n'augmente plus d'une façon sensible. Le rapport entre la stimulation la plus faible perceptible et la stimulation principale est pratiquement une fraction constante chez certaines personnes pour certains organes des sens. Mais nous sommes loin d'une loi générale, d'un rapport fixe constant pour tous les hommes et toutes les sensations !

La psycho-physiologie se base sur une conception beaucoup plus juste de la nature humaine. Son fondateur W. Wundt, à la fois philosophe et physiologiste, a entrepris d'étudier les phénomènes conscients du composé humain sous leurs deux faces, psychologique par l'introspection, physiologique par l'observation scientifique et l'expérimentation. Une sensation, une émotion, comme fait conscient, interne, échappe aux déterminations précises ; comme modification organique externe elle est mesurable. Les psycho-physiologistes veulent déterminer et mesurer tous les concomitants organiques des phénomènes conscients. Illustrons tout de suite ceci par quelques exemples.

Dans les premières années qui suivirent la fondation du laboratoire de psychologie, Wundt et ses élèves s'occupèrent à mesurer les temps de réaction et à noter les diverses influences qui font varier ce temps.

Voici. On propose à un sujet d'exécuter l'opération suivante : lever la main chaque fois qu'il aura entendu un son déterminé. Le sujet se trouve placé dans une chambre noire pour ne point être troublé par les stimulations visuelles. Près de lui est un marteau électromagnétique que la fermeture d'un circuit fait retomber

sur une enclume sonore. Le sujet tient la main droite appuyée sur un bouton, lequel, lorsqu'on le lâche, se relève et ferme un deuxième circuit. Chaque fois que le marteau s'abat sur l'enclume et produit un son, le sujet aussitôt retire sa main, le bouton se relève, le circuit se ferme. Un chronoscope, sorte d'horloge à double cadran, est mis en marche par la fermeture du premier circuit, au moment précis où la tête du marteau touche l'enclume ; les aiguilles mises en mouvement sont arrêtées par la fermeture brusque du second circuit à l'instant où la main lâche le bouton. Cette horloge donne le temps en millièmes de seconde. Il est donc possible d'enregistrer avec une précision extrême le temps écoulé entre la stimulation sonore et le mouvement de la main par lequel le sujet marque qu'il a perçu la sensation.

Cet intervalle appelé *temps physiologique* se décompose comme suit :

1° Temps que met le son produit par la chute du marteau pour traverser la couche d'air qui le sépare de l'oreille du sujet.

2° Durée du passage du son, devenu courant nerveux, dans le nerf acoustique et les fibres du cerveau jusqu'au centre psycho-acoustique.

3° Temps qu'il faut à l'esprit pour percevoir cette image cérébrale et à la volonté pour décider les mouvements à exécuter.

4° Temps que la représentation des mouvements de la main met à se convertir en courant nerveux moteur, et durée du passage de celui-ci à travers les nerfs qui se terminent dans les muscles de la main et de l'avant-bras.

5° Durée des contractions musculaires qui déterminent le relèvement du bouton.

De ces cinq périodes qui composent le temps de réaction, quatre sont constantes et connues et ces quatre périodes réunies durent moins longtemps que la seule variable, la troisième, la période psychique, le temps que prennent

les opérations internes de percevoir, de reconnaître et de vouloir.

La durée moyenne des quatre périodes connues réunies est de 0",04 environ. Or, les temps de réaction physiologiques pour les stimulations auditives, par exemple, varient entre 0",10 et 0",18. La durée de la phase psychique est donc au minimum de 0",06 et au maximum de 0",14.

Au moyen de cet instrument commode mesurant les temps physiologiques, on a pu étudier une foule de circonstances qui favorisent ou entravent le travail mental.

J'en cite deux ou trois.

Comme il fallait s'y attendre, l'attention est l'adjuvant le plus important du travail intellectuel. Lorsque le sujet a été prévenu, au moyen d'un signal, que la stimulation va se produire, la durée de la phase psychique du temps physiologique diminue considérablement. Mais la psychologie expérimentale s'efforce avant tout de mesurer : on a minutieusement recherché la valeur du signal et examiné à quelle distance de la stimulation il convient de le placer, pour obtenir le maximum d'effet. Dire à quelqu'un : « Attention ! » et aussitôt, avant qu'il ait eu le temps de tendre son esprit, lui montrer brusquement un mot, un chiffre, un objet ; ou bien après l'avoir averti le faire attendre et s'impatienter, sont deux procédés également désavantageux.

Il est intéressant de préciser et d'exprimer en chiffres le secours que l'attention apporte au travail mental ; dans certaines conditions le temps de réaction, qui avec une attention moyenne était de 0",235, est descendu en forçant l'attention à 0",076, ce qui fait pour la phase psychique 0",213 et 0",036 ; sous l'influence de l'attention à son maximum d'énergie, la durée du travail mental se réduit au $\frac{1}{6}$ de ce qu'elle est à l'état habituel. On peut faire six fois autant de travail dans le même temps.

On a étudié et mesuré l'influence sur le travail mental de divers stimulants : l'alcool, le café, le thé, etc. La

circulation plus active du sang, pourvu qu'elle ne dépasse pas certaines limites, facilite le travail mental. Bref, rien que sur cette question du temps physiologique d'innombrables travaux expérimentaux ont été faits dans une foule de laboratoires. Et que d'autres questions abordées et déjà en partie résolues : la mesure des illusions visuelles, la mesure des illusions de poids, et surtout les problèmes de la plus haute importance au point de vue pédagogique : l'attention et la mémoire !

Le mouvement créé par M. Wundt a pris une extension aussi large que rapide ; il n'y a pas vingt-trois ans que le premier laboratoire de psychologie fut ouvert ; à l'heure actuelle il existe une centaine d'établissements semblables. C'est en Allemagne d'abord, puis aux États-Unis, que les élèves de M. Wundt propagèrent les idées du maître, appliquèrent les procédés expérimentaux usités à Leipzig. Au début, le mouvement eut un caractère quelque peu uniforme ; plus tard l'action exercée par des esprits indépendants, des psychologues qui n'avaient pas subi l'influence de M. Wundt, élargit le cadre des recherches. A l'heure actuelle on a abordé, dans les divers laboratoires du monde, l'étude de toutes les questions psychologiques qui relèvent de l'expérimentation. Des revues spéciales publient les travaux de recherche et fournissent tous les renseignements bibliographiques et autres indispensables à l'expérimentateur. Il existe deux de ces revues en Allemagne, deux aux États-Unis, une en France.

Vers l'époque où M. Wundt fondait le premier laboratoire de psychologie physiologique, Charcot entreprenait l'étude scientifique de l'hypnose et de la suggestion chez les hystériques, et commençait à former la célèbre école des neurologistes de la Salpêtrière. On a, sous son inspiration, entrepris l'étude systématique de ces phénomènes psychiques morbides qui présentent un si vif intérêt : la catalepsie, la léthargie, le somnambulisme pro-

voqué, la suggestion, l'hallucination positive et négative, les dédoublements de la personnalité. Ces divers états dont quelques-uns peuvent être provoqués et se produire dans des conditions déterminées par l'expérimentateur, jettent un jour particulier sur le mécanisme de certaines fonctions psychiques des plus compliquées. Le temps me fait défaut pour exposer l'œuvre accomplie par les neurologistes ; je n'effleurerai qu'une des questions traitées : à propos de la suggestion deux écoles se trouvent en présence ; les uns soutiennent que l'hypnotisé est un instrument absolument passif, une cire molle que l'hypnotiseur pétrit et forme à son gré ; ils admettent la possibilité du crime commis par suggestion, l'impunité assurée au vrai coupable. Les autres croient que l'hypnotisé garde toujours une part de liberté et que l'on ne saurait lui faire exécuter certains actes. Et puisque nous parlons de psychologie expérimentale, permettez-moi de vous rapporter le récit d'une expérience particulièrement intéressante. Delbœuf, qui avait durant de longues années cru à l'absence complète de liberté chez les hypnotisés, vers la fin de sa vie se prit à douter du bien fondé de cette croyance ; il tenta une expérience décisive.

Il avait à son service, depuis de longues années, une fille qui avait pris part à presque toutes ses expériences ; c'était le type du sujet docile habitué à son hypnotiseur. A la maison de campagne où parfois elle passait des nuits toute seule, elle avait un revolver chargé pendu à la muraille de sa chambre à portée de sa main. Une nuit entendant marcher dans le jardin, elle se leva, saisit le revolver, descendit, se posta dans le corridor, prête à faire feu, si quelqu'un entrait. Le rôdeur ayant entendu du bruit, se sauva. Je cite ce fait pour montrer que le sujet ne craignait nullement d'user de son arme.

Un soir, Delbœuf décharge le revolver puis descend au salon. Là deux jeunes filles sont assises devant une table et découpent des articles de journaux qu'elles mettent en

liasses. Delbœuf sonne, la servante arrive, et au moment même où elle apparaît sur le seuil de la porte son maître — d'un geste — l'endort. Alors jouant l'effroi, et désignant le groupe des deux dames il dit : « Voyez, voilà des brigands qui m'enlèvent des papiers. » La servante s'élance vers la table, arrache les journaux. Son maître lui dit : « Allez prendre le revolver ; » elle y court, revient, s'apprête à tirer, hésite... « Tirez, tirez donc ! » — « Monsieur, il ne faut pas tuer. » — « Mais si, des brigands ! » — « Non Monsieur, je ne tirerai pas ! » — « Il le faut. » — « Je ne veux pas, je ne tuerai pas ! » Et elle dépose, *avec précaution*, l'arme sur le tapis. Son maître veut la forcer à reprendre l'arme ; elle se révolte, le repousse ; on la réveille. Elle n'a gardé aucun souvenir de la scène, elle n'est nullement émue.

Si une expérience négative prouve quelque chose, celle-ci à coup sûr est bien convaincante. Quoi qu'il en soit, il n'y a jusqu'ici aucune preuve que des crimes aient été commis par des hypnotiseurs agissant par personne interposée ; il n'existe que des crimes de laboratoire.

La suggestion criminelle nous amène tout naturellement à parler de la psychologie du criminel ou mieux de l'anthropologie criminelle. Certes les partisans et surtout le principal fondateur de cette science nouvelle, ont semé comme à plaisir des conclusions hâtives et des théories hasardeuses ; mais ils ont créé un mouvement, et les plus mauvaises théories peuvent avoir quelque utilité. C'est en combattant la théorie de la génération spontanée que Pasteur a été conduit à faire ses immortelles découvertes.

Je disais que l'anthropologie criminelle renferme des théories hasardeuses ; en voici un exemple. Une des conclusions les plus retentissantes du fondateur de cette science fait de l'asymétrie de la face et de la tête un des caractères constants de la dégénérescence ; les asymétriques sont des criminels-nés.

Il y a quelques années, un savant allemand, en faisant des mensurations exactes, constata que la *Vénus* de Milo, ce pur chef-d'œuvre de la plus belle époque de la statuaire grecque, est nettement asymétrique. La moitié gauche de la face et de la tête est plus large et plus élevée que la moitié droite, l'œil gauche et l'oreille gauche sont placés à plusieurs millimètres plus haut que l'œil droit et l'oreille droite. Henke conclut que la *Vénus* de Milo n'est pas un chef-d'œuvre parfait. Mais un anatomiste des plus distingués, Hasse, démontra par une série de mensurations faites sur des crânes ou des têtes d'hommes vivants choisis parmi les types les plus réguliers, que l'homme normal est asymétrique et exactement dans les mêmes proportions que la célèbre Vénus. Des expériences qui durent depuis plus de trois ans, entreprises au laboratoire de Gand, et qui ont porté sur plus de deux cents sujets, montrent que chez les gauchers et les ambidextres l'œil et l'oreille droite se trouvent placés plus haut, et que cette asymétrie normale existe pour tout le système nerveux. Nous voyons avec les deux yeux, mais nous regardons avec un seul, le meilleur ; nous entendons par les deux oreilles, mais nous écoutons avec une seule. Cette différence de finesse, d'acuité entre les deux moitiés du corps est de $\frac{1}{9}$ environ. Les organes sensoriels du côté droit chez les droitiers, du côté gauche chez les gauchers et les ambidextres, ont une finesse supérieure de $\frac{1}{9}$ à ceux du côté opposé (pour le nez dont les nerfs ne sont pas entrecroisés il faut renverser la proportion).

Quand donc on parle de l'asymétrie comme caractère de dégénérescence, il convient de s'entendre et de distinguer l'asymétrie excessive de l'asymétrie normale. Il est probable que si le sujet plus asymétrique que l'homme normal est un type dégénéré, le sujet moins asymétrique, parfaitement symétrique, l'est également.

Enfin pour terminer ce très sommaire exposé de l'évolution de la psychologie à la fin du XIXe siècle, il convient de

signaler la tentative faite par plusieurs savants pour dégager les lois particulières qui régissent la psychologie des foules. Cette branche nouvelle est encore dans les langes ; quelques observations consciencieuses ont cependant permis d'esquisser des conclusions. Une des plus généralement admises est celle-ci : c'est que les foules se comportent comme si leur intelligence et leur moralité étaient inférieures à celles des individus qui les composent ; les hommes, en se réunissant en groupe, voire même en assemblée, semblent perdre quelque chose de leur esprit et de leur volonté ; pour parler en physiologiste, je dirai que dans cet organisme complexe qui constitue une foule, l'écorce cérébrale paraît atrophiée, tandis que la moelle et les ganglions de la base du cerveau jouent un rôle prépondérant ; cet être complexe est mobile, impulsif, guidé non par des idées, mais par des émotions. Ceux qui ont l'adresse de conduire les foules savent par expérience que pour entraîner les masses, il n'est pas nécessaire de frapper juste, mais il est indispensable de frapper fort.

Pour montrer l'importance du mouvement psychologique actuel et faire comprendre l'orientation nouvelle que donnent aux phénomènes conscients les observations cliniques et les expériences de laboratoire, je ne saurais mieux faire que de choisir une question de psychologie nettement déterminée, de montrer comment elle se présentait il y a vingt-cinq ans, et quel aspect elle présente à l'heure actuelle. Prenons le problème de la mémoire.

Les psychologues métaphysiciens nous enseignaient sur la mémoire à peu près ceci : c'est la faculté de retenir, de reproduire, de reconnaître des idées, des représentations, des émotions qui réapparaissent dans la conscience, de distinguer combien de fois et à quels moments elles ont apparu autrefois, de les localiser dans le temps. La mémoire varie considérablement d'un individu à l'autre. Elle diminue chez le vieillard en ce sens qu'elle ne fixe

plus les impressions récentes ; elle s'accroît par l'exercice. Certains sujets possèdent des mémoires typiques, extraordinairement intenses pour certaines sortes de modifications conscientes. On citait la mémoire musicale de Mozart. Des sujets ont la mémoire des dates, d'autres la mémoire des lieux, etc.

Depuis vingt ans, pas même, depuis quinze ans, on s'est efforcé d'étudier la mémoire non plus en général, mais dans ses particularités et ses détails infimes.

En 1883, le livre de M. Ribot sur les maladies de la mémoire avait introduit pour ainsi dire officiellement dans le domaine psychologique les résultats des observations faites en dehors d'elle. Groupant et classant les innombrables documents recueillis par les cliniciens et les aliénistes, il formula quelques conclusions nouvelles qui ouvraient un large champ aux psychologues expérimentateurs.

On se mit à l'œuvre, de divers côtés à la fois ; on fit des expériences innombrables sur des individus isolés, au laboratoire, sur des groupes, particulièrement sur des enfants des écoles et des collèges.

On se mit à rechercher quelle est l'intensité de la mémoire moyenne, si cette intensité moyenne varie avec l'âge et en quelles proportions, ce que c'est qu'une mémoire extraordinaire, et chez un sujet donné quelle est par rapport à l'intensité moyenne la valeur *exacte* de la mémoire.

Tout d'abord, comment détermine-t-on l'intensité de la mémoire considérée d'une manière générale ? — On montre au sujet une seule fois et avec une vitesse déterminée une série de lettres, de chiffres, de syllabes dénuées de signification, de mots, de phrases, de sons, d'objets etc., et aussitôt que le sujet a perçu le dernier terme de la série, on le prie de dire ou d'écrire tout ce qu'il en a retenu. Le nombre plus ou moins grand de termes retenus donne la mesure de la mémoire immédiate.

Ebbinghaus en 1885 mesura de cette façon l'intensité de sa propre mémoire. De l'ensemble des expériences, entreprises de toutes parts, ressort cette conclusion que la moyenne des hommes peut fixer, après une seule lecture ou une seule audition, de 7 à 8 syllabes dépourvues de sens et de 8 à 9 chiffres. La mémoire immédiate des mots, chez les adultes, est de six environ.

Tout homme retient aisément après une seule lecture les nombres de syllabes, de chiffres, de mots inférieurs à ces moyennes ; pour retenir davantage il faut des efforts considérables. Un homme qui retient 7 syllabes après une seule lecture et s'efforce d'en fixer 5 de plus, soit 12 en tout, combien croyez-vous qu'il lui faille de répétitions pour y parvenir ? D'après Ebbinghaus, il doit les relire seize fois ! Pour retenir 24 syllabes, le double, il faut non pas le double de répétitions, c'est-à-dire 32 ; mais il en faut 44 ; et pour 2 syllabes de plus, 26 au lieu de 24, il faut 13 répétitions en plus, en tout 57.

Ceci donne une idée de l'intensité phénoménale de la mémoire des chiffres chez le calculateur Inaudi, lequel a retenu après une seule audition 42 chiffres. Chez lui la mémoire auditive des chiffres est plus de cent fois plus intense que chez le commun des mortels. Pour mesurer exactement l'intensité de la mémoire des chiffres chez Inaudi, il suffirait de constater combien il faut aux sujets ordinaires de répétitions pour arriver à retenir 42 chiffres. On aurait ainsi, en chiffres, la valeur de l'intensité de cette mémoire phénoménale.

Il est particulièrement intéressant de connaître l'intensité moyenne de la mémoire générale chez les enfants, de constater si elle varie et comment elle varie dans le cours du développement.

Prenons au hasard, parmi les nombreuses recherches. Voici la mesure de la mémoire des mots et de la mémoire des phrases, prise par MM. Binet et Henri, sur 380

enfants fréquentant les écoles primaires de Paris, et âgés de 7 à 12 ans. Les expérimentateurs se présentaient dans une classe, expliquaient aux enfants l'expérience que l'on allait tenter. Chaque écolier plaçait devant lui une feuille de papier, inscrivait en tête son nom ; on prononçait lentement, régulièrement, mais sans intonation, une série de 7 mots n'ayant aucun lien entre eux. Sitôt le septième vocable prononcé, les écoliers transcrivaient sur la feuille blanche les termes retenus. On a essayé de faire retenir ainsi de nombreuses séries de sept mots.

Des moyennes prises sur l'ensemble, il résulte que les enfants de 7 à 12 ans retiennent immédiatement environ 5 mots, exactement 4,7. Pour mesurer l'influence de l'âge on divisa les enfants en quatre groupes. Les plus âgés retiennent en moyenne 4,9; ceux de la classe suivante 4,8; ceux de la troisième classe 4,9 et enfin les plus jeunes 4,6. Sauf pour les tout petits, la mémoire immédiate est la même chez tous les sujets ; elle ne varie pas de 8 à 12 ans.

Ces conclusions d'un travail fait sur des groupes, s'accordent en tous points avec les mensurations des plus précises faites sur l'intensité de la mémoire d'individus examinés à part et avec la plus grande minutie, au laboratoire. M. Bourdon a mesuré la mémoire immédiate des chiffres et des mots chez cent enfants, élèves d'un lycée français. Il a eu à sa disposition des enfants mieux doués que la généralité et a pu les étudier à loisir.

Dès l'âge de huit ans, un enfant retient exactement 5 chiffres et 4 mots d'une syllabe ou de deux syllabes. (MM. Binet et Henri se servaient comme tests de mots plus longs). Il est excessivement rare de rencontrer des enfants de huit ans qui ne peuvent arriver à ce résultat : retenir 5 chiffres ou 4 mots. Par contre, jamais aucun enfant de cet âge n'est parvenu à répéter sans faute, 10 chiffres, 10 lettres, 8 mots ! Quelques sujets tout à fait

supérieurs parviennent à retenir après une seule audition 9 chiffres, 9 lettres et 7 mots!

Mais voici qui est plus intéressant; en avançant en âge, l'enfant n'arrive pas à des résultats sensiblement supérieurs ; la mémoire immédiate varie très peu de huit à vingt ans! « D'après les résultats, il y aurait lieu de distinguer deux périodes, l'une allant de huit à treize ans inclusivement, l'autre de quatorze à vingt. De quatorze à vingt ans le progrès est très peu sensible, si même il existe ; il est un peu plus marqué de huit à treize ans. »

Remarquons que ce qui a été mesuré dans ces expériences, ce n'est pas la mémoire pure, mais la mémoire avivée, renforcée par l'attention volontaire laquelle est, dans les conditions que j'ai décrites, portée à son maximum. Il faut convenir que l'immense et fastidieux travail que l'on exige des enfants sous prétexte de développer la mémoire, donne des résultats bien médiocres !

Mais si l'intensité de la mémoire demeure à peu près constante durant toute la période du développement du jeune homme, cela ne veut pas dire qu'on ne puisse augmenter la capacité à retenir; seulement ce n'est pas du tout à force de répétitions ; les travaux sur la mémoire étudiée au point de vue qualitatif prouvent, qu'en employant certains procédés, on arrive à retenir bien plus aisément et de façon plus durable.

On rencontre assez communément des personnes qui parlant de leurs facultés intellectuelles vous disent : « Je retiens difficilement ; je me crois du jugement, de la clairvoyance, je suis intelligent, mais je n'ai pas de mémoire. » — En êtes-vous certain ? Avez-vous jamais songé à noter la nature des rares souvenirs que vous gardez? Charcot distinguait au point de vue de la mémoire du langage cinq groupes différents d'individus : quand on prononce devant diverses personnes, un mot, *cloche*, par exemple, ce terme évoque dans la conscience diverses

images ; mais chez l'un la représentation visuelle l'emporte sur toutes les autres; chez un second c'est l'image auditive qui domine ; un troisième commencera à prononcer intérieurement le mot entendu ; chez un quatrième ce sera l'image motrice graphique qui l'emportera ; enfin chez quelques-uns les quatre images seront d'intensité à peu près égale.

D'une manière générale, la classification de Charcot est beaucoup plus exacte quand il s'agit de la mémoire des objets ; plusieurs observations ont démontré que presque tous les hommes retiennent les mots de la même façon, sous forme d'images auditivo-motrices.

Il existe néanmoins des visuels pour la mémoire du langage ; tel est, par exemple, le célèbre calculateur Diamandi qui fut étudié au laboratoire de psychologie de la Sorbonne, en même temps qu'Inaudi. Au cours de ces expériences on a fait usage d'un test qui permet de distinguer presque immédiatement si quelqu'un est visuel ou auditif. C'est un procédé simple et facile, à la portée de tout le monde. On inscrit au tableau noir, ou sur une feuille de papier, mettons 25 chiffres ou lettres ou syllabes ; mais au lieu de les disposer sur une seule ligne, on les range en cinq séries de cinq. Un visuel comme un auditif apprend ce tableau par cœur. Puis on demande aux sujets de réciter les chiffres dans un ordre déterminé, en commençant par le dernier de chaque colonne verticale, ou bien de répéter ceux qui sont rangés suivant une diagonale ; pour y arriver, le visuel qui voit dans son imagination le tableau portant les 25 chiffres, n'a aucun effort à faire ; pour l'auditif c'est une tout autre affaire ; il doit retrouver le premier chiffre de la première ligne, le deuxième de la seconde et ainsi de suite ; et pour cela il doit répéter plusieurs fois en recommençant la série. M. Inaudi, auditif, mettait, à faire ces expériences, environ trois fois autant de temps que M. Diamandi, visuel.

Quand on veut tirer de sa mémoire le secours que l'on

doit en attendre, il convient avant tout de déterminer sous quelle forme, visuelle ou auditive, on retient le plus grand nombre de représentations. Il n'est nullement logique d'enseigner à tous les enfants la lecture et le calcul, d'une façon uniforme. Une foule de visuels apprennent le langage sous forme d'images auditivo-motrices. Dans les écoles très fréquentées on est obligé de dédoubler les classes ; au lieu d'établir une VI[a] et une VI[b], il serait plus judicieux de créer une VI de visuels et une VI d'auditifs et d'adapter les méthodes d'enseignement au développement caractéristique des élèves. Cette disposition épargnerait des efforts inutiles et ferait gagner du temps. Mais une semblable réforme est beaucoup trop raisonnable pour avoir quelque chance d'être adoptée de sitôt.

Les recherches expérimentales n'ont pas seulement établi la nécessité pour chacun de fixer les souvenirs sous la forme spéciale que les représentations prennent de préférence, elles ont permis de mesurer l'intensité relative des diverses mémoires typiques. On fait apprendre à un sujet des séries de chiffres, syllabes etc. sous forme d'images visuelles pures, en l'empêchant de prononcer même mentalement ; on note le pour cent des tests retenus. On lui fait ensuite fixer des tests en les présentant sous forme d'images auditives pures, et l'on note encore le pour cent des réponses exactes. Le rapport entre le premier nombre et le second mesure l'intensité relative des mémoires visuelle et auditive pures.

Enfin on a réussi à dégager les conditions qui augmentent chez tout le monde le rendement utile de la mémoire.

Un américain, M. Smith, dans un travail extrêmement consciencieux et fort étendu, a défini et mesuré les conditions les plus favorables pour faire rendre à la mémoire son maximum d'effet.

Procédant avec tous les soins les plus méticuleux pour donner à ses résultats la plus grande rigueur, il a fait

apprendre à de nombreux sujets 2000 syllabes dénuées de sens ; et cela de trois façons : 1° Le sujet fixe les syllabes sous forme d'images visuelles pures ; il chante une voyelle, ce qui l'empêche de prononcer même intérieurement. On a démontré d'ailleurs que le fait de chanter la même voyelle ne cause chez les sujets, qui y sont habitués, aucune distraction. 2° Le sujet regarde les syllabes et peut en même temps les prononcer intérieurement. Enfin, 3° il les prononce à haute voix.

De l'ensemble des résultats obtenus chez tous les sujets, il ressort qu'en se servant d'images visuelles seules ils retenaient environ le tiers des syllabes $\frac{3}{10}$; en se servant à la fois d'images visuelles et motrices d'articulation ils retenaient $\frac{5}{10}$ des syllabes ; et enfin en prononçant à haute voix, c'est-à-dire en fixant les syllabes à la fois sous forme d'images visuelles auditives et motrices, ils en retenaient $\frac{6}{10}$, soit exactement le double de ce que donnait une mémoire isolée.

Les psychologues expérimentateurs ont pour souci constant de préciser, de remplacer les allégations vagues et les estimations superficielles, les à peu près, par des données exactes, des formules.

Cela ne veut nullement dire que nous contestions l'importance des grandes questions psychologiques : la nature de l'esprit, l'immortalité de l'âme, la liberté de la volonté ; mais nous croyons qu'il est utile, au point de vue psychologique et pédagogique, d'étudier les questions moins importantes ; nous ne voulons en aucune façon remplacer la psychologie métaphysique, mais la compléter. Ceux qui, dociles aux instructions du Saint-Père, s'efforcent de mettre leur métaphysique en harmonie avec les faits expérimentalement établis, suivent le mouvement scientifique ; à l'Université catholique de Louvain comme à l'Université catholique de Washington, existe un laboratoire de psychologie. D'autres philosophes, moins avisés,

nous font un procès de tendances. Ils partagent la prévention que beaucoup nourrissent contre les sciences expérimentales. Dans toute science il y a deux choses: des faits, des théories. Il est impossible et il serait absurde de nier les faits expérimentalement démontrés. Aussi s'attaque-t-on à nos théories, à nos hypothèses, aux opinions personnelles de tel savant.

Mais pour nous, les théories et les hypothèses n'ont qu'une importance très relative ; ce sont des moyens dont nous nous servons pour relier les connaissances que nous avons des faits et pour provoquer de nouvelles découvertes. Nous n'y tenons que comme à un instrument. Et si demain un seul fait absolument constaté venait infirmer la loi de la gravitation universelle, immédiatement nous abandonnerions cette théorie. Ce serait une nouvelle variation du concept de science, variation qui comme toutes les autres, résulterait d'un nouveau progrès, d'une nouvelle découverte; toutes les variations du concept de science sont le contre-coup d'une nouvelle victoire, d'un pas en avant vers la vérité.

Cependant, ces attaques contre la science expérimentale s'expliquent jusqu'à un certain point. Il est deux espèces de savants : les uns qui travaillent beaucoup et parlent peu, les autres qui travaillent moins et parlent davantage. Ces derniers sont surtout des théoriciens. Ce sont eux qui parlent le plus souvent, si pas le mieux, au nom de la science. C'est au nom de la science qu'ils tranchent toutes les questions, même les plus étrangères à leur spécialité. Comme on n'entend pour ainsi dire qu'eux, on finit par croire qu'eux seuls représentent la science. Il faut dire que l'extension prodigieuse qu'a prise la publicité et en particulier le reportage n'est pas faite pour modérer la manie du bavardage.

Qu'un chimiste trouve le moyen de fabriquer du sucre avec de la sciure de bois, aussitôt tous les reporters courent l'interviewer. On demande à l'inventeur des

détails sur sa découverte ; il en donne; mais c'est si spécial, cela intéresse si peu le grand public; on voudrait connaître son sentiment sur les causes de la dépopulation de la France, l'issue de la guerre sud-africaine et les conséquences économiques de l'action des puissances en Chine. Le chercheur modeste allègue son incompétence. Alors on s'adresse à l'autre chimiste, celui qui n'a rien découvert mais qui n'en parle que plus volontiers. Et celui-là ne se fait pas prier et donne la solution... chimique des problèmes les plus ardus de la politique et de la sociologie. Et les abeilles des laboratoires finissent par pâtir des agitations de ces frelons !

Établir des faits, encore des faits et toujours des faits, et surtout des faits absolument constatés, n'est-ce pas, pour ceux qui se réclament de la science expérimentale, le plus sûr moyen de servir la vérité?

J. J. Van Biervliet.

SUR QUELQUES EXTENSIONS RÉCENTES

DE LA STATIQUE ET DE LA DYNAMIQUE

I

DE L'ÉVOLUTION QU'ONT SUBIE LES THÉORIES PHYSIQUES

Parmi les événements intellectuels importants des vingt-cinq dernières années, il en est un, croyons-nous, qui mérite une attention toute spéciale ; nous voulons parler du profond changement qui s'est produit dans nos idées touchant la Mécanique rationnelle ; les notions généralement admises sur la nature et le rôle de cette science ont été bouleversées ; de ce bouleversement, la Mécanique est sortie rajeunie, plus puissante que par le passé et capable de régner sur un domaine incomparablement plus étendu.

Avant l'époque dont nous parlons, la Mécanique est l'étude du *mouvement*, au sens restreint que les scolastiques caractérisaient par les mots *mouvement local* ; elle se borne à analyser le changement de lieu des figures qui délimitent les diverses parties de la matière. Parmi les propriétés de la matière, cela seul est réductible en éléments géométriques et les mathématiciens en concluent, avec Descartes, que cela seul est susceptible de s'exprimer dans le langage de l'algèbre et de l'analyse.

Les autres propriétés des corps, état solide ou fluide, état de combinaison et de décomposition chimique, état

d'échauffement, d'éclairement, d'électrisation, d'aimantation, n'apparaissent pas à nos sens comme des agrégats d'éléments géométriques ; ces propriétés ne peuvent donc donner prise au calcul, leur étude ne peut constituer une théorie mathématique qu'à une condition : celle de pénétrer plus avant dans la connaissance des corps que nos sens ne nous y autorisent, et cela, par la voie téméraire de l'hypothèse ; celle de supposer, sous les propriétés non géométriques que nos perceptions nous révèlent, des combinaisons de figures et de mouvements qui seraient l'essence même de ces propriétés. Une branche de physique ne peut se transformer en théorie mathématique, à moins de devenir une théorie mécanique.

Pendant un siècle, ce principe a guidé les efforts des physiciens-géomètres ; ces efforts se sont montrés, tout d'abord, d'une admirable fécondité ; ils ont fini cependant par se heurter à des difficultés que beaucoup regardent comme insolubles ; pour nous borner aux plus célèbres, citons seulement ces deux-ci : la difficulté de concevoir un éther susceptible à la fois de demeurer en équilibre stable et de propager les vibrations purement transversales de la lumière ; la difficulté d'imaginer un mouvement calorifique qui s'accorde avec l'inégalité de Clausius.

Au lieu de s'acharner contre ces obstacles, peut-être insurmontables, qui barraient la voie suivie jusqu'alors, bon nombre de physiciens sont revenus en arrière pour chercher quelque route plus large et plus sûre. Ils ont entrepris d'examiner à nouveau les fondements des théories physiques, de déterminer quelles sont les conditions nécessaires pour qu'une telle théorie puisse être traduite en langage mathématique. Ils ont reconnu qu'il n'était nullement indispensable pour cela que les propriétés physiques fussent remplacées par des assemblages de formes et de mouvements ; que les états et les qualités pouvaient être non pas expliqués, mais symbolisés par des nombres et des figures ; enfin que ces nombres et ces

figures permettaient la constitution d'une science dont l'antique Mécanique rationnelle n'était plus que le premier chapitre et le plus simple, d'une science embrassant en ses lois non seulement le mouvement local, mais toute espèce de changement d'état ou de qualité.

La Société scientifique de Bruxelles a été activement mêlée à cette évolution des théories physiques ; à ses débuts, elle a donné asile aux travaux du R. P. Carbonnelle, défenseur aussi convaincu que compétent des théories qui réduisent tout, dans le monde matériel, à la figure et au mouvement ; plus tard, elle a été des premières à accueillir les tentatives faites pour réhabiliter en physique les qualités. Il m'a semblé que je ne saurais mieux m'associer à ses fêtes jubilaires qu'en examinant quelques-unes des extensions et des transformations subies par la Statique et par la Dynamique.

II

EXTENSION DU PRINCIPE DES VITESSES VIRTUELLES

Dès la fin du XVIIIe siècle, la Statique avait été condensée en un principe d'une grande généralité, auquel Lagrange avait donné sa forme dernière, le *Principe des vitesses virtuelles*. Les conditions d'équilibre d'un système mécanique s'obtiennent en exprimant qu'en tout déplacement virtuel de ce système, les forces qui lui sont appliquées effectuent un travail nul. Ces forces, d'ailleurs, forment deux groupes : les forces que les corps extérieurs exercent sur le système et les forces intérieures, que les diverses parties du système exercent les unes sur les autres ; le travail des forces intérieures est, en toutes circonstances, la diminution d'une certaine fonction F de l'état du système, fonction que Gauss a nommée le *potentiel interne* de ce système ; si donc dT_e est le travail

externe accompli en un déplacement virtuel et dF l'accroissement que ce déplacement imprime au potentiel interne, on obtiendra les conditions d'équilibre du système en écrivant que l'on a

$$(1) \qquad dT_e - dF = 0$$

en tout déplacement virtuel.

L'évolution qui a transformé et étendu le domaine de la Mécanique rationnelle a singulièrement accru la portée de ce principe. Massieu, M. J. Willard Gibbs, Maxwell, Helmholtz, ont été les principaux ouvriers de ce progrès.

A chaque système est attachée une fonction dépendant de toutes les grandeurs variables qui fixent l'état mécanique, physique, chimique du système : coordonnées et masses des divers points matériels, état solide, liquide ou gazeux, composition chimique, température, électrisation, aimantation. Cette fonction, on peut, en s'inspirant des dénominations de Gibbs, la nommer *potentiel thermodynamique interne* du système. Au moyen de cette fonction, on obtiendra toutes les conditions d'équilibre du système en exprimant que toutes les modifications virtuelles, accomplies sans variation de température, vérifient l'égalité

$$dT_e - dF = 0.$$

En cet énoncé, les mots ont pris un sens plus large, plus compréhensif que dans l'ancienne Statique. La modification virtuelle dont il est ici parlé n'est plus un simple déplacement ; c'est un changement qui peut atteindre non seulement la position et la figure des diverses parties du système, mais encore toutes leurs propriétés physiques et chimiques. L'état d'équilibre n'est plus seulement un état où le système demeure immobile dans l'espace, mais un état où il n'éprouve plus aucune réaction chimique, aucun changement d'état physique, aucune variation de ses diverses propriétés. Enfin le travail externe ne se réduit

plus simplement au travail de certaines *forces* extérieures; d'autres éléments y figurent, sous le nom plus compréhensif d'*actions*, qui sont aux symboles des diverses qualités ce que les forces sont aux coordonnées des points matériels : le produit d'une action par une variation de la variable à laquelle elle se rapporte est une quantité de travail.

Une précaution essentielle doit d'ailleurs être observée dans l'application de ce principe. Les grandeurs variables qui symbolisent les propriétés physiques du système doivent être choisies d'une certaine manière; il faut qu'en une modification virtuelle où l'on fait varier la température du système sans changer la valeur d'aucune autre de ces variables, le travail virtuel des actions extérieures soit identiquement nul. On dit alors que les propriétés du système sont représentées par des *variables normales*.

Ainsi généralisé, le principe de la Statique se montre d'une merveilleuse fécondité. Non seulement, tout ce que donnait le principe des vitesses virtuelles, entendu au sens de Lagrange, est contenu dans la nouvelle proposition, mais celle-ci fournit sans peine les lois d'une foule d'états d'équilibre que l'ancienne Mécanique ne pouvait même concevoir.

Au premier rang, il convient de citer les lois des équilibres qui mettent fin aux changements d'état physique et aux réactions chimiques ; la *Statique chimique*, objet de tant d'efforts depuis Berthollet, est par là constituée ; la netteté des lois qu'elle formule, le caractère simple, obvie des notions qu'elle fait intervenir, en font un guide précieux pour l'expérimentateur dans le dédale des combinaisons et des décompositions; ses adversaires les plus obstinés sont obligés de le reconnaître aujourd'hui, grâce aux admirables travaux de M. Bakhuis Roozboom, de M. Van't Hoff et de leurs élèves.

Mais la Statique mécanique, la Statique chimique ne sont pas les seules dépendances du nouveau principe

des vitesses virtuelles ; il faut y joindre la Statique électrique et la Statique magnétique ; lois de la distribution de l'électricité sur les corps conducteurs homogènes et hétérogènes, sur les électrolytes, sur les diélectriques, lois de la distribution du magnétisme sur les corps parfaitement doux, s'établissent dès lors par une méthode rigoureuse et uniforme.

III

LE PRINCIPE DE D'ALEMBERT ET LA VISCOSITÉ

Les principes de la Statique étant ainsi posés par une large extension du principe des vitesses virtuelles, les physiciens ont dû se préoccuper d'étendre à la même mesure les principes de la Dynamique. Cette extension a suivi des marches bien différentes, selon qu'il s'est agi de la Dynamique mécanique et chimique ou bien de la Dynamique électrique.

Nous ne traiterons pas ici de la Dynamique électrique, non que cette branche de science ne mérite pas d'arrêter nôtre attention, mais au contraire parce que son importance et sa complexité exigent des discussions trop longues et trop minutieuses pour ce rapide exposé. Nous nous bornerons donc à l'examen de la Dynamique mécanique et de la Dynamique chimique.

D'Alembert a donné un principe célèbre qui permet de passer de la Statique à la Dynamique. Rappelons brièvement l'énoncé de ce principe.

Chaque masse élémentaire dm du système a, à l'instant t, une accélération dont les composantes sont γ_x, γ_y, γ_z. Le vecteur qui a pour composantes

$$-\gamma_x dm, \quad -\gamma_y dm, \quad -\gamma_z dm$$

se nomme la *force d'inertie* appliquée à la masse dm.

Pour trouver, à l'instant t, les équations du mouvement du système, il suffit d'exprimer que le système serait en équilibre si on le soumettait non seulement aux forces extérieures qui agissent réellement sur lui, mais encore aux forces d'inertie.

Si donc on désigne par dT_j le travail qu'effectueraient ces forces d'inertie dans un déplacement virtuel quelconque du système, toutes les lois du mouvement sont condensées dans cette seule formule :

L'égalité

$$(2) \qquad dT_e + dT_j - dF = 0$$

est vérifiée, à chaque instant t, pour tous les déplacements virtuels du système. Dans le cas où le système mécanique étudié est entièrement déterminé par la connaissance de n variables indépendantes α, β, ..., λ, Lagrange a mis le travail des forces d'inertie sous une forme utile à connaître. Posons

$$(3) \qquad \alpha' = \frac{d\alpha}{dt}, \ \beta' = \frac{d\beta}{dt}, \ \ldots\ldots, \ \lambda' = \frac{d\lambda}{dt}.$$

La force vive $\mathfrak{T}$ du système est une fonction des variables α, β, ..., λ et des variables α', β', ..., λ', quadratique par rapport à ces dernières variables. Si l'on pose

$$(4) \qquad \left\{ \begin{array}{l} J_\alpha = \dfrac{\partial \mathfrak{T}}{\partial \alpha} - \dfrac{d}{dt}\dfrac{\partial \mathfrak{T}}{\partial \alpha'}, \\ J_\beta = \dfrac{\partial \mathfrak{T}}{\partial \beta} - \dfrac{d}{dt}\dfrac{\partial \mathfrak{T}}{\partial \beta'}, \\ \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ J_\lambda = \dfrac{\partial \mathfrak{T}}{\partial \lambda} - \dfrac{d}{dt}\dfrac{\partial \mathfrak{T}}{\partial \lambda'}, \end{array} \right.$$

le travail des forces d'inertie a pour expression

$$(5) \qquad dT_j = J_\alpha \delta\alpha + J_\beta \delta\beta + \ldots\ldots J_\lambda \delta\lambda.$$

Le principe de d'Alembert apparaît maintenant comme susceptible de s'étendre à la Mécanique nouvelle.

Supposons qu'un système soit défini par des variables *normales* α, β,...,λ qui, jointes à la température T, fixent non seulement la forme et la position de ses différentes parties, mais encore toutes les propriétés physiques de ces parties. La force vive sera encore une fonction des variables α, β,.. ,λ et des variables α', β',...,λ' ; elle sera quadratique par rapport à ces dernières ; rien n'empêchera de former au moyen des égalités (*4*), les quantités J_α, J_β,.... J_λ et de les nommer *actions d'inertie* relatives aux variables α, β,...,λ ; rien n'empêchera de postuler, à chaque instant du mouvement du système, l'exactitude de l'égalité (*2*) pour toute modification virtuelle et isothermique.

Une telle extension permettra d'obtenir d'une manière logique les lois du mouvement de certains systèmes, lois que l'ancienne Mécanique ne pouvait atteindre sans subterfuge ; telles sont, par exemple, les lois du mouvement des fluides compressibles.

Cette extension suffira-t-elle à constituer la Dynamique nouvelle ? Quelques réflexions bien simples montrent qu'elle n'en serait point capable.

Dans la Mécanique nouvelle, le mot *mouvement* a un sens beaucoup plus étendu que dans l'ancienne Mécanique ; il ne désigne pas seulement le *mouvement local* qui, aux divers instants de la durée, fait occuper à un même corps des positions différentes ; il désigne encore tout changement de propriétés physiques ou chimiques accompli dans le temps.

Il en résulte qu'au sens nouveau du mot *mouvement*, un système peut être en mouvement bien que ses diverses parties occupent dans l'espace des positions invariables.

Prenons, par exemple, un récipient de verre parfaitement clos, rempli d'hydrogène et de chlore et exposons-le à une lumière très peu intense ; dans le système, aucun déplacement ne se manifestera ; chaque volume élémentaire découpé dans l'espace contiendra à tout instant la

même matière ; et cependant les propriétés de cette matière changeront d'un instant à l'autre ; l'hydrogène et le chlore se combineront et leur mélange se transformera peu à peu en acide chlorhydrique ; le *mouvement chimique* dont le système va être le siège ne sera accompagné d'aucun mouvement local.

Certaines des variables qui définissent l'état d'un système peuvent donc changer de valeur sans qu'aucune partie du système éprouve aucun déplacement ; si α est une telle variable, ni α ni α' ne figureront dans l'expression de la force vive $\mathfrak{T}$; dès lors, selon les formules (*4*), l'action d'inertie correspondante J_α sera nulle ; la variable α sera une *variable sans inertie*.

Supposons que l'état d'un système soit entièrement fixé par la connaissance de la température et d'une variable sans inertie : tel notre mélange d'hydrogène et de chlore.

Pour un tel système, l'équation (*2*), qui résume toutes les lois du mouvement, se réduit à l'équation (*1*), qui résume toutes les lois de l'équilibre. Un tel système se trouvera donc à chaque instant dans un état tel qu'il demeurerait en équilibre si la température et les actions extérieures demeuraient indéfiniment ce qu'elles sont à cet instant.

Or, l'expérience nous révèle l'existence d'une foule de systèmes auxquels cette loi est certainement inapplicable. Un tel système est loin d'atteindre du premier coup l'état d'équilibre qui convient aux conditions extérieures actuelles ; lorsqu'on le maintient à une température constante, lorsqu'on le soumet à des actions extérieures invariables, il se transforme pendant très longtemps avant de se mettre en équilibre ; le mélange d'hydrogène et de chlore, que nous avons pris pour exemple, se comporte de la sorte.

Il est donc clair que le principe de d'Alembert, accepté sans modification, ne permet pas de passer de la Statique générale à la Dynamique générale.

La nécessité de modifier le principe de d'Alembert par l'introduction, dans l'équation (2), de termes qui sont identiquement nuls pour un système en équilibre et qui, cependant, sont distincts du travail d'inertie, s'était manifestée, dès 1822, à Navier, lorsqu'il voulut rendre compte des propriétés des fluides visqueux. C'est l'idée de Navier que nous allons élargir (1) en introduisant dans l'équation (2) un terme dT_v que nous nommerons le *travail virtuel de viscosité* et en mettant cette équation sous la forme

$$(6) \qquad dT_e + dT_j + dT_v - dF = 0.$$

Quelles hypothèses essentielles ferons-nous relativement à ce travail virtuel de viscosité ?

Nous supposerons, en premier lieu, qu'il est de la forme

$$(7) \qquad dT_v = V_\alpha \delta\alpha + V_\beta \delta\beta + \ldots\ldots + V_\lambda \delta\lambda,$$

V_α, V_β, ...V_λ étant les *actions de viscosité* relatives aux variables α, β, ..., λ.

A l'égard de chacune de ces actions, nous supposerons qu'elle est une fonction des quantités α, β, ..., λ, T et aussi des quantités α', β', ..., λ' ; nous admettrons que l'action de viscosité est nulle lorsque ces dernières quantités sont toutes nulles ; enfin, nous ferons cette hypothèse essentielle : En aucune modification réelle du système les actions de viscosité ne peuvent effectuer un travail positif, en sorte que l'on a toujours :

(1) Voir à ce sujet : P. Duhem, *Commentaire aux principes de la Thermodynamique*, 3me partie (JOURNAL DE MATHÉMATIQUES PURES ET APPLIQUÉES, 4me série, t. X, p. 205 ; 1894). — *Théorie thermodynamique de la viscosité, du frottement et des faux équilibres chimiques* (MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES DE BORDEAUX, 3me série, t. II, 1896). — L. Natanson, *Sur les lois des phénomènes irréversibles* (BULLETIN DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE CRACOVIE, mars 1896). — *Sur les propriétés thermocinétiques des dissolutions* (IBID., juillet 1898 et juillet 1899. — ZEITSCHRIFT FÜR PHYSIKALISCHE CHEMIE, Bd. XXX, p. 681, 1899). — *Ueber thermokinetische Eigenschaften thermodynamischer Potentiale* (ZEITSCHRIFT FÜR PHYSIKALISCHE CHEMIE, Bd. XXIV, p. 302, 1897).

$$(8) \qquad V_\alpha \alpha' + V_\beta \beta' + \ldots\ldots + V_\lambda \lambda' \leqq 0.$$

En vertu de cette dernière hypothèse, les actions de viscosité méritent d'être classées parmi les *résistances passives*.

Ainsi complété, le principe de d'Alembert jette une vive lumière sur plus d'une branche de la Physique ; non seulement le mouvement des fluides visqueux se trouve mis en équations par une voie plus régulière que la méthode de Navier ; non seulement les équations de la diffusion des fluides se trouvent dégagées de toute supposition empruntée aux doctrines moléculaires et cinétiques, mais encore la Dynamique chimique cesse d'être une énigme et vient prendre rang dans la Mécanique générale.

Les lois qui président aux réactions chimiques et en règlent la vitesse semblaient sans analogie avec les lois qui déterminent le mouvement local des corps, les phénomènes purement mécaniques tels que la chute des graves ou la marche des astres ; aujourd'hui la chaîne qui unit ces phénomènes si divers est visible ; si ces phénomènes semblaient sans lien entre eux, c'est qu'ils se trouvent aux deux extrémités de cette chaîne. Les mouvements mécaniques dont les créateurs de la Dynamique, de Galilée à Newton, ont fixé les lois sont des mouvements où les actions de viscosité n'ont qu'un rôle nul ou négligeable, en comparaison des actions d'inertie ; les réactions chimiques les plus simples sont, au contraire, des mouvements où les actions d'inertie sont peu sensibles, où les actions de viscosité sont prépondérantes.

IV

DES SYSTÈMES A FROTTEMENT

Les actions de viscosité s'annulent en même temps que les vitesses α', β', ..., λ' ; elles n'interviennent donc pas

dans les conditions d'équilibre ; la statique des systèmes doués de viscosité ne diffère pas de la statique des systèmes qui en sont pourvus.

Or cette statique, pour générale qu'elle soit, n'est pas encore assez large ; l'observation nous présente une foule de systèmes dont les états d'équilibre échappent à ses lois.

Supposons que A, B, ..., L soient les actions extérieures relatives aux variables α, β, ..., λ ; l'égalité (*1*) pourra, plus explicitement, être remplacée par les égalités

$$(9)\quad \begin{cases} A = \frac{\partial}{\partial\alpha} F(\alpha, \beta, \ldots\ldots, \lambda, T), \\ B = \frac{\partial}{\partial\beta} F(\alpha, \beta, \ldots\ldots, \lambda, T), \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \\ L = \frac{\partial}{\partial\lambda} F(\alpha, \beta, \ldots\ldots, \lambda, T). \end{cases}$$

Ces équations, qui sont les *équations d'équilibre* du système, permettent d'énoncer la proposition suivante :

Un système, défini par la température absolue T et par des variables normales α, β, ..., λ, est maintenu en équilibre par des actions extérieures déterminées *sans ambiguïté* en fonction des variables α, β, ..., λ, T.

Ces équations (*9*), résolues par rapport à α, β, ..., λ, deviennent :

$$(10)\quad \begin{cases} \alpha = h_\alpha(A, B, \ldots\ldots, L, T), \\ \beta = h_\beta(A, B, \ldots\ldots, L, T), \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \\ \lambda = h_\lambda(A, B, \ldots\ldots, L, T). \end{cases}$$

Les fonctions h_α, h_β,...., h_λ ont, pour un système donné de valeurs de A, B,..., L, T, un nombre limité ou illimité de déterminations ; mais, alors même qu'à chaque système de valeurs de A, B,..., L, T, correspondrait une infinité de

systèmes de valeurs de h_α, h_β,..., h_λ, ces systèmes ne formeraient pas un ensemble continu.

Supposons donc le système matériel porté à la température T et soumis aux actions extérieures A, B,..., L et cherchons quel état d'équilibre il prendra dans ces conditions ; nous pourrons trouver, comme solution de ce problème, un seul état d'équilibre ; nous pourrons en trouver plusieurs ou une infinité ; mais nous ne pourrons certainement trouver une *suite continue* d'états d'équilibre.

Or, ce résultat est contraire à une foule d'enseignements que nous fournit l'étude expérimentale de la statique chimique.

Prenons, par exemple, à 200° C, un système qui renferme de la vapeur d'eau et les éléments de cette vapeur d'eau, l'oxygène et l'hydrogène, mélangés sous la pression invariable de l'atmosphère ; quelle que soit la fraction du mélange gazeux qui a passé à l'état de combinaison, quelle que soit celle qui est demeurée libre, le système est en équilibre ; nous pouvons donc, à la même température de 200° C, sous la même pression d'une atmosphère, observer une infinité d'états d'équilibre du système, *et ces états d'équilibre forment une suite continue.*

Ces équilibres chimiques, qui échappent aux lois de la Statique condensées en l'équation (*1*), ont leurs analogues parmi les équilibres purement mécaniques.

Considérons, par exemple, un corps qui glisse sur un plan incliné ; d'après les théorèmes de la Mécanique classique, ce corps ne peut être en équilibre sous l'action de la pesanteur ; en réalité, pour un corps donné et un plan incliné de nature donnée, il y aura équilibre toutes les fois que l'inclinaison du plan sera inférieure à une certaine limite ; on dit, pour expliquer cette contradiction, que le corps *frotte* sur le plan et que *la Mécanique classique ne tient pas compte du frottement.*

On développe alors, sur des hypothèses spéciales, la théorie du frottement, et voici ce qu'elle nous enseigne :

Désignons par N la pression du corps sur le plan incliné, par f un coefficient positif qui dépend de la nature du corps et de la nature du plan; pour qu'il y ait équilibre du corps sur le plan incliné, il faut et il suffit que la composante du poids du corps suivant la ligne de plus grande pente du plan ne surpasse pas fN.

Soient P le poids du corps et α l'angle du plan incliné avec le plan horizontal ; la pression N a pour valeur P cos α; la composante du poids suivant la ligne de plus grande pente du plan est P sin α ; la condition d'équilibre est donc

$$P \sin \alpha \leqq f\, P \cos \alpha$$

ou

$$\operatorname{tang} \alpha \leqq f.$$

L'analyse de cet exemple ou de tout autre exemple analogue justifie les propositions suivantes :

Les conditions d'équilibre d'un système à frottement s'expriment non par des équations entre les forces agissantes et les variables, mais par des inégalités. Par conséquent, lorsque les forces agissantes sont données, l'état d'équilibre du système n'est pas déterminé ; on peut observer une infinité d'états d'équilibre formant une suite continue.

Les équilibres chimiques dont nous avons traité il y a un instant, les équilibres, dus au frottement, que nous venons de considérer, ne peuvent-ils s'expliquer qu'en transformant et en élargissant les principes de la Mécanique ? Ce n'est point à cette hypothèse que les physiciens se sont d'abord arrêtés.

Une opinion très répandue, touchant les phénomènes de frottement, est la suivante :

Les équations de la Mécanique, écrites sans faire mention du frottement, sont générales ; mais, au cours de nos théories, nous les appliquons à des corps trop

abstraits, trop différents de ceux que nous offre l'expérience ; nous traitons des solides parfaitement rigides, parfaitement polis, tandis que les solides naturels sont toujours plus ou moins déformables, plus ou moins rugueux ; de là, des désaccords entre les prévisions de la Mécanique et les résultats de l'observation.

Ces désaccords disparaîtraient tous si, au lieu d'appliquer les équations de la Mécanique à des abstractions trop simplifiées pour représenter, même grossièrement, les propriétés des corps naturels, nous tenions compte, dans cette application, des rugosités et des déformations de ces corps. Si donc, pour éliminer ces désaccords, nous introduisons un terme nouveau dans les équations de la Statique et de la Dynamique, ce n'est pas que nous regardions ces équations comme incomplètes et imparfaites ; c'est seulement pour tenir compte en bloc, par l'introduction de ce terme *fictif*, des actions variées et compliquées qui expliquent le frottement, actions dont l'étude directe et détaillée serait impossible.

L'opinion que nous venons d'exposer est, en partie, fondée ; l'observation la plus vulgaire montre qu'une part importante des effets que l'on attribue au frottement est attribuable aux rugosités et aux déformations des surfaces en contact ; il suffit, pour s'en convaincre, de remarquer que le frottement diminue au fur et à mesure que l'on prend des corps plus durs et plus polis. Mais le frottement n'est-il jamais qu'une apparence? A côté du frottement fictif, effet résultant des déformations et des rugosités, n'existe-t-il pas un frottement réel qui subsisterait si les corps en contact étaient parfaitement rigides et parfaitement lisses? Ce sont questions auxquelles il serait téméraire de répondre dans un sens ou dans l'autre.

Puis, lors même que le frottement serait toujours, dans le domaine de l'ancienne Mécanique, une pure fiction, on ne saurait révoquer en doute d'innombrables équilibres chimiques qui ne peuvent s'accorder avec l'égalité (*1*).

Il convient donc d'apporter aux lois essentielles de la Statique et de la Dynamique une nouvelle modification, une nouvelle extension.

Voici dans quel sens ces lois peuvent être modifiées et élargies (1).

Avec les notations qui figurent aux égalités (*4*) à (*9*), l'égalité (*6*) peut s'expliciter et fournir les relations suivantes :

$$(11)\quad \begin{cases} A - \frac{\partial F}{\partial \alpha} + J_\alpha + V_\alpha = 0, \\ B - \frac{\partial F}{\partial \beta} + J_\beta + V_\beta = 0, \\ \cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot\quad\cdot \\ L - \frac{\partial F}{\partial \lambda} + J_\lambda + V_\lambda = 0. \end{cases}$$

Ce sont ces relations que vont compléter de nouveaux termes.

Désignons par $|\alpha'|$ la *valeur absolue* de $\alpha' = \frac{d\alpha}{dt}$; le rapport $\frac{\alpha'}{|\alpha'|}$ sera égal à $+1$ si α' est positif et à -1 si α' est négatif. Représentons par

$$F_\alpha, F_\beta, \ldots\ldots F_\lambda$$

des grandeurs qui dépendent des variables suivantes :

$$\begin{gathered} \alpha, \beta, \ldots\ldots, \lambda, T, \\ \alpha', \beta', \ldots\ldots, \lambda', \\ A, B, \ldots\ldots, L, \end{gathered}$$

et remplaçons les égalités (*11*) par les égalités plus générales

(1) P. Duhem, *Théorie thermodynamique de la viscosité, du frottement et des faux équilibres chimiques* (MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES DE BORDEAUX, 5e série, t. II, 1896).

$$(12)\quad \begin{cases} A - \frac{\partial F}{\partial \alpha} + J_\alpha + V_\alpha + F_\alpha \frac{\alpha'}{|\alpha'|} = 0, \\ B - \frac{\partial F}{\partial \beta} + J_\beta + V_\beta + F_\beta \frac{\beta'}{|\beta'|} = 0, \\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot \\ L - \frac{\partial F}{\partial \lambda} + J_\lambda + V_\lambda + F_\lambda \frac{\lambda'}{|\lambda'|} = 0. \end{cases}$$

Telles seront les équations du mouvement d'un système doué de viscosité et de *frottement*.

D'ailleurs, une hypothèse nouvelle complète la précédente ; elle consiste à admettre que les *actions de frottement* F_α, F_β, ..., F_λ ne sont jamais positives :

$$(13)\qquad F_\alpha \leqq 0,\ F_\beta \leqq 0,\ \ldots\ldots,\ F_\lambda \leqq 0.$$

Aux équations du mouvement se rattachent les conditions d'équilibre ; si Φ_α, Φ_β, ... Φ_λ sont les valeurs que prennent F_α, F_β, ..., F_λ lorsque toutes les quantités α', β', ..., λ' deviennent égales à 0. le système est en équilibre toutes les fois que l'on a

$$(14)\quad \begin{cases} \Phi_\alpha \leqq A - \frac{\partial F}{\partial \alpha} \leqq -\Phi_\alpha, \\ \Phi_\beta \leqq B - \frac{\partial F}{\partial \beta} \leqq -\Phi_\beta, \\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot \\ \Phi_\lambda \leqq L - \frac{\partial F}{\partial \lambda} \leqq -\Phi_\lambda. \end{cases}$$

On voit dès lors que si l'on se donne la température T et les actions extérieures A, B, ..., L, on trouvera, en général, une infinité d'états d'équilibre du système et *ces états d'équilibre formeront une suite continue.*

Les lois que nous venons d'énoncer, du moins en ce qu'elles ont d'essentiel, renferment les conditions de l'équilibre et du mouvement des systèmes mécaniques doués de frottement ; en outre, elles complètent la Statique et la Dynamique chimique ; une foule de particula-

rités présentées par les équilibres chimiques se trouvent expliquées et classées ; l'influence des variations de température sur les réactions est soumise à des règles précises qu'appuient de nombreux travaux expérimentaux et, particulièrement, les belles recherches de M. H. Pélabon sur la dissociation de l'acide sulfhydrique et de l'acide sélenhydrique ; de M. Hélier sur la combustion de l'hydrogène, de l'oxyde de carbone, du méthane ; de M. Jouniaux sur la réduction du chlorure d'argent par l'hydrogène ; enfin la théorie des explosions commence à revêtir une forme rationnelle.

V

LA STATIQUE DES SYSTÈMES A HYSTÉRÈSIS

La considération des actions de frottement permet de faire rentrer dans la Mécanique générale un grand nombre de phénomènes mécaniques ou chimiques ; mais cette extension de la Mécanique n'est pas la seule que l'expérience nous oblige à considérer.

L'expérience, en effet, nous révèle une foule de systèmes qui sont susceptibles de modifications permanentes : corps élastiques dont la traction, la flexion, la torsion entraînent des déformations permanentes ; verre et métaux qui, après un échauffement, gardent une dilatation permanente ; soufre, métaux, alliages dont les propriétés varient par la trempe et le recuit ; fers et aciers capables de garder, lorsqu'on les éloigne d'un champ magnétique, une aimantation rémanente. Ces divers effets présentent entre eux des analogies que Coulomb et Biot avaient déjà reconnues, que G. Wiedemann avait mises en évidence sous une forme saisissante, que M. Ewing a marquées, en désignant par un mot unique, le mot *hystérèsis*, la pro-

priété de retenir une modification permanente, quelle qu'en soit la nature.

La Statique des systèmes affectés d'hystérèsis ne peut rentrer ni dans la Statique des systèmes sans frottement, ni dans la Statique des systèmes à frottement.

Prenons un système en équilibre à une certaine température et sous des actions extérieures données ; faisons varier la température et les actions extérieures avec une extrême lenteur, de telle sorte que le système se trouve à chaque instant dans un état très voisin de l'équilibre, et suivons le changement qu'éprouve cet état.

Si le système est sans frottement, la suite d'états d'équilibre ainsi obtenue possède une propriété bien remarquable : elle est *réversible*. Faisons varier suivant une certaine loi l'ensemble de valeurs de la température et des actions extérieures : le système passe par une série déterminée d'états ; faisons ensuite reprendre à l'ensemble de valeurs de la température et des actions extérieures les mêmes déterminations, mais en ordre inverse : le système repassera, en ordre inverse, exactement par les mêmes états. Lorsque la température et les actions extérieures seront redevenues ce qu'elles étaient au début de cette modification, le système aura repris son état primitif.

Il en est tout autrement lorsque le système est affecté de frottement. Dans ce cas, la variation graduelle imposée à la température et aux actions extérieures, commencera, en général, par n'apporter aucun changement à l'état du système ; c'est seulement lorsque cette variation aura atteint une certaine grandeur que l'état du système subira une modification.

Les systèmes capables de modifications permanentes se distinguent nettement, à la fois des systèmes sans frottement et des systèmes à frottement.

Si peu que l'on altère, avec une extrême lenteur, la température et les actions extérieures auxquelles est soumis un système susceptible de modifications permanentes,

l'état d'équilibre de ce système est altéré ; par là, ce système diffère essentiellement des systèmes à frottement.

Si, avec une extrême lenteur, on fait subir une certaine variation à la température et aux actions extérieures, puis si on leur imprime la même variation en ordre inverse, la modification éprouvée par le système considéré ne se renverse pas ; à l'aller, il a passé par une suite d'états ; au retour, il passe par une autre suite d'états, qui n'est pas la première parcourue en ordre inverse ; lorsque la température et les actions extérieures reprennent leurs valeurs premières, le système ne reprend pas, en général, son état primitif ; il garde une *modification permanente*.

La Statique des systèmes capables de modifications permanentes ne peut donc pas rentrer ni dans la Statique des systèmes sans frottement, ni dans la Statique des systèmes à frottement ; elle doit constituer une troisième Statique, distincte des deux premières.

Pour esquisser brièvement les principes de cette Statique des systèmes capables de modifications permanentes ou, en d'autres termes, affectés d'*hystérèsis*, nous prendrons un système défini par une seule variable α, hors la température absolue T.

Si le système n'offrait ni frottement ni hystérèsis, s'il était, par conséquent, soumis à la Statique qui a été décrite au § II, tout état d'équilibre de ce système serait donné par l'égalité (*1*) que l'on peut encore écrire

$$A = \frac{\partial}{\partial \alpha} F(\alpha, T).$$

Lorsque A et T varient avec une lenteur infinie, la grandeur α varierait de telle sorte que l'égalité précédente demeure vérifiée ; les variations infiniment petites dA, dT, $d\alpha$ de ces trois grandeurs seraient liées par la relation

$$(15) \qquad dA = \frac{\partial^2 F}{\partial \alpha^2} d\alpha + \frac{\partial^2 F}{\partial \alpha \partial T} dT.$$

Visiblement une telle modification serait réversible, car si l'on changeait les signes de dA et de dT sans en changer les valeurs absolues, $d\alpha$ changerait de signe sans changer de valeur absolue.

Il n'en serait plus de même si la modification infiniment petite était soumise non pas à la relation (*15*), mais à la relation

$$(16) \qquad dA = \frac{\partial^2 F(\alpha, T)}{\partial \alpha^2} d\alpha + \frac{\partial^2 F(\alpha, T)}{\partial \alpha \partial T} dT + f(\alpha, A, T) \mid d\alpha \mid,$$

où $\mid d\alpha \mid$ désigne la valeur absolue de $d\alpha$.

Si dA et dT changent de signe sans changer de valeur absolue, il ne peut plus arriver que $d\alpha$ change simplement de signe sans changer de valeur absolue; si, après avoir fait varier la température et l'action extérieure, on les ramène toutes deux à leur valeur primitive, le système ne revient pas en général à son premier état ; il garde une modification permanente.

L'égalité (*16*) ou mieux les égalités que l'on en tire en étendant le même principe à des systèmes qui dépendent d'un nombre quelconque de variables, servent de fondement à la Statique des systèmes affectés de modifications permanentes (1).

Cette nouvelle branche de la Statique générale embrasse un nombre considérable de faits.

Ce sont, en premier lieu, tous les faits d'hystérèsis magnétique, si bien étudiés par Ewing et ses imitateurs.

Ce sont, en second lieu, un grand nombre de déformations élastiques permanentes produites par la traction, la flexion et la torsion.

(1) Voir : P. Duhem, *Sur les déformations permanentes et l'hystérèsis*, cinq Mémoires (MÉMOIRES IN-4° DE L'ACADÉMIE DE BELGIQUE, t. LIV et t. LVI, 1894 à 1898). — *Die dauernde Aenderungen und die Thermodynamik*, huit Mémoires (ZEITSCHRIFT FÜR PHYSIKALISCHE CHEMIE, Bd. XXII, XXIII, XXVIII, XXXIII, XXXIV, XXXVII, 1897-1901).

Les changements permanents produits dans les corps par les variations de la température et désignés par les noms de *trempe* et de *recuit*, s'éclairent et s'ordonnent par la nouvelle Statique; non seulement elle rend moins mystérieuses les propriétés des fers et des aciers, mais elle suit dans le moindre détail les modifications du soufre, objet des recherches minutieuses de M. Gernez; les dilatations et les contractions permanentes du verre, débrouillées par le travail considérable de M. L. Marchis ; les curieuses anomalies des aciers au nickel, découvertes par M. Ch. Ed. Guillaume ; les variations permanentes de résistance électrique, étudiées par M. H. Chevalier.

L'absorption de la vapeur d'eau par les substances colloïdales, observée pendant de longues années par M. Van Bemmelen, a révélé à cet expérimentateur des lois qui dépendent également de la nouvelle Statique.

VI

LA DYNAMIQUE DES SYSTÈMES A HYSTÉRÈSIS

On peut dire que cette Statique nouvelle rend compte très exactement de toutes les modifications permanentes produites par des variations lentes des actions extérieures.

Lorsque ces variations deviennent rapides, les lois des modifications sont altérées ; un grand nombre d'expériences, parmi lesquelles celles de M. E. Lenoble, montrent que la loi d'allongement d'un fil chargé dépend à un haut degré de la vitesse de variation de la charge ; le cycle d'hystérèsis magnétique que l'on obtient en plaçant un morceau de fer doux dans un champ soumis à une variation périodique et rapide, change de forme et de position lorsqu'on change la période des variations du champ.

Ces observations et beaucoup d'autres montrent

qu'après avoir formulé la Statique des systèmes affectés d'hystérèsis, il convient de constituer la Dynamique de tels systèmes.

La première idée qui s'offre à l'esprit est de transporter purement et simplement, aux systèmes affectés d'hystérèsis, le principe de d'Alembert ; de remplacer l'action extérieure relative à chaque variable par la somme de cette action extérieure et de l'action d'inertie relative à la même variable ; partant, de remplacer l'égalité (*16*) par l'égalité

$$(17) \qquad d\,(\mathrm{A} + \mathrm{J}_\alpha) = \frac{\partial^2 F(\alpha, \mathrm{T})}{\partial \alpha^2}\, d\alpha + \frac{\partial^2 F(\alpha, \mathrm{T})}{\partial \alpha \partial \mathrm{T}}\, d\,\mathrm{T} + f\,(\alpha, \mathrm{A} + \mathrm{J}_\alpha, \mathrm{T})\ |\, d\alpha\, |\,.$$

La Dynamique des systèmes à hystérèsis, fondée sur un tel principe, suffit déjà à rendre compte de faits qui eussent échappé à la Statique ; elle fournit, par exemple, une explication correcte de l'amortissement éprouvé par les oscillations d'un fil tordu.

Il s'en faut, cependant, qu'elle puisse être regardée comme suffisante.

Pour un système sans inertie, une telle dynamique ne diffère pas de la Statique ; si la grandeur α, qui détermine les propriétés du système, n'entraîne par ses variations aucun changement de lieu pour les diverses parties du système, les modifications subies par le système ne dépendront pas de la rapidité plus ou moins grande avec laquelle changent la température et l'action extérieure. Ainsi les changements d'aimantation d'un morceau de fer seraient les mêmes pour une même variation de l'intensité du champ, que cette variation soit lente ou rapide.

Ce n'est pas l'enseignement de l'expérience, qui contredit sur ce point la Dynamique dont nous venons d'indiquer le principe.

Cette contradiction et les contradictions analogues

seront évitées si l'on étend aux systèmes affectés d'hystérèsis non plus le principe de d'Alembert pris sous sa forme primitive, mais le principe de d'Alembert modifié par l'introduction des actions de viscosité, selon ce qui a été indiqué au § III.

Donc, pour passer de la Statique des systèmes affectés d'hystérèsis à la Dynamique des mêmes systèmes, nous devrons substituer à l'action extérieure A qui se rapporte à chaque variable, la somme de cette action A, de l'action d'inertie J_α et de l'action de viscosité V_α qui ont trait à la même variable. En particulier, à l'égalité (*16*) nous substituerons non pas l'égalité (*17*), mais l'égalité

$$(18)\ d\,(A + J_\alpha + V_\alpha) = \frac{\partial^2 F(\alpha, T)}{\partial \alpha^2}\, d\alpha + \frac{\partial^2 F(\alpha, T)}{\partial \alpha \partial T}\, dT + f(\alpha, A + J_\alpha + V_\alpha, T)\,|\,d\alpha\,|\,.$$

Dans la plupart des cas, on peut attribuer à l'action de viscosité V_α la forme très simple qu'exprime l'égalité

$$(19) \qquad V_\alpha = -\,v\,(\alpha, T)\,\alpha',$$

où $v\,(\alpha, T)$ est un *coefficient de viscosité* positif.

Nous voici maintenant en possession d'une Dynamique capable d'embrasser les lois du mouvement d'un système affecté d'hystérèsis. Cette Dynamique nouvelle (1) montre comment les déformations d'un corps élastique dépendent de la rapidité plus ou moins grande avec laquelle varient les actions extérieures. Elle permet de discuter complètement les changements de forme et de position qu'éprouve le cycle d'hystérèsis lorsqu'un morceau de fer est placé dans un champ oscillant périodiquement entre deux limites données et que l'on change la période d'oscillation de ce champ.

(1) Cette Dynamique est l'objet d'un Mémoire qui a été présenté à l'Académie Royale de Belgique, le 7 mai 1901.

VII

LES PHÉNOMÈNES THERMIQUES

La Mécanique générale, dont nous venons d'esquisser quelques-unes des principales branches, offre, par rapport à l'ancienne Mécanique, un avantage sur lequel nous n'avons point encore appelé l'attention.

L'ancienne Mécanique, exclusivement vouée à l'analyse du mouvement local, ne connaissait point des absorptions ou des dégagements de chaleur ; il n'en est point de même de la nouvelle Mécanique ; celle-ci ne se contente pas de préciser les lois selon lesquelles les propriétés des systèmes matériels se conservent ou se modifient ; elle étudie encore les échanges de chaleur qui accompagnent toute modification.

Les formules qui régissent ces échanges de chaleur, en effet, dépendent toutes d'une même grandeur, l'*énergie interne* U (α, β, ..., λ, T) du système étudié. Or l'énergie interne est liée très simplement au *potentiel interne* F (α, β, ..., λ, T) dont dépendent toujours l'équilibre et le mouvement du système ; si l'on désigne par E l'équivalent mécanique de la chaleur, on a entre ces deux fonctions la relation

$$\text{EU} = F - \text{T}\frac{\partial F}{\partial \text{T}}. \tag{20}$$

Les propriétés mécaniques et les propriétés thermiques se trouvent ainsi dépendre d'une même doctrine qui mérite justement son nom, déjà ancien, de *Thermodynamique*.

Parmi les conséquences d'ordre général que fournit un tel rapprochement, bornons-nous à citer celles qui concernent les cycles fermés ; elles justifient, en les précisant, certaines divinations géniales de Clausius.

Considérons un système qui parcourt un cycle fermé et, pour ne pas entrer en des complications inutiles, supposons qu'en chaque état la température de ce système soit uniforme. Désignons par T cette valeur uniforme de la température absolue, par dQ la quantité de chaleur infiniment petite dégagée par le système en une modification élémentaire à partir de l'instant où la température a la valeur T. Formons, pour le cycle entier, l'intégrale

$$\int \frac{dQ}{T}$$

et étudions-en les propriétés pour les diverses espèces de systèmes.

C'est aux systèmes *sans frottement* et *sans hystérèsis* que nous nous adresserons d'abord.

Supposons, en premier lieu, qu'un tel système parcoure un cycle fermé avec une lenteur infinie ; le cycle sera une suite d'états d'équilibre ; il sera, en outre, *réversible*. Pour un tel cycle, nous pourrons écrire l'égalité

$$(21) \qquad \int \frac{dQ}{T} = 0.$$

Nous pourrons encore écrire cette égalité si le cycle est décrit avec une certaine vitesse, mais à la condition que les actions de viscosité n'effectuent aucun travail en aucune des modifications élémentaires qui forment le cycle ; cette condition sera remplie si le système n'est pas affecté de viscosité, s'il est de ceux auxquels le principe de d'Alembert peut être appliqué sous sa forme première ; elle peut l'être encore pour certaines modifications particulières d'un système visqueux.

Mais, en général, en un système visqueux qui se transforme avec une certaine vitesse, les actions de viscosité effectuent un certain travail et ce travail est toujours négatif. Alors, pour un cycle fermé décrit par

un tel système, l'égalité (*21*) doit être remplacée par l'inégalité

$$(22) \qquad \int \frac{dQ}{T} > 0.$$

C'est encore cette inégalité que nous devrons appliquer à un cycle fermé décrit par un système *à frottement*.

Les conditions (*21*) et (*22*) prennent une forme particulièrement simple lorsque la température demeure invariable pendant le parcours du cycle, cas auquel le cycle est dit isothermique ; l'égalité (*21*) devient

$$(23) \qquad \int dQ = 0;$$

L'inégalité (*22*) devient

$$(24) \qquad \int dQ > 0.$$

Mais le principe de la conservation de l'énergie transforme à son tour l'égalité (*23*) et l'inégalité (*24*) ; si T_e est le travail effectué par les actions extérieures durant le parcours du cycle, si $\mathfrak{T}_0$ est la valeur initiale de la force vive du système et $\mathfrak{T}_1$ la valeur finale, l'égalité (*23*) peut s'écrire

$$(25) \qquad T_e = \mathfrak{T}_1 - \mathfrak{T}_0,$$

tandis que l'inégalité (*24*) peut s'écrire

$$(26) \qquad T_e > \mathfrak{T}_1 - \mathfrak{T}_0.$$

Cette dernière inégalité peut être regardée comme exprimant l'*impossibilité du mouvement perpétuel*.

L'inégalité de Clausius ne saurait s'appliquer à n'importe quel cycle fermé parcouru par un système affecté

d'hystérèsis (1); toutefois, l'inégalité (*24*) demeure applicable à tout cycle isothermique parcouru par un tel système. L'hystérèsis s'oppose donc, comme la viscosité et le frottement, à la possibilité du mouvement perpétuel.

L'impossibilité d'un *perpetuum mobile*, mise par Sadi Carnot à la base de ses *Réflexions sur la puissance motrice du feu*, demeure l'une des pierres angulaires de la Mécanique nouvelle.

P. Duhem.

(1) P. Duhem, *Die Ungleichung von Clausius und die Hysteresis* (Zeitschrift für physikalische Chemie, Bd. XXXVII, p. 91; 1901).

LES PENTATOMES

Des formes que la vie sait donner à ses ouvrages, l'une des plus simples et des plus gracieuses est celle de l'œuf de l'oiseau. Nulle part, avec plus de correction, ne sont associées les élégances du cercle et de l'ellipse, base géométrique des corps organisés. A l'un des pôles est la sphère, la configuration par excellence, capable d'enclore la plus grande étendue sous la moindre enveloppe ; à l'autre, c'est le mamelon de l'ellipsoïde, qui tempère les sévérités monotones du gros bout.

Très simple aussi, la coloration ajoute ses grâces à celles de la forme. Certains œufs ont le blanc mat de la craie, d'autres le blanc translucide de l'ivoire poli. Ceux du Motteux sont d'un bleu tendre, imitant l'azur d'un ciel que vient de laver une pluie d'orage ; ceux du Rossignol sont d'un vert obscur pareil à celui de l'olive macérée dans la saumure ; ceux de certaines Fauvettes se parent d'un délicieux incarnat, imitation de celui des roses encore en bouton.

Les Bruants écrivent sur leurs coquilles des grimoires indéchiffrables, c'est-à-dire des marbrures, mélange gracieux de traits et d'empâtements. Les Pies-grièches cerclent le gros bout d'une couronne tiquetée ; le Merle, le Corbeau, sur un fond bleu-verdâtre, sèment sans ordre des éclaboussures rembrunies ; le Courlis, le Goëland, en de larges macules, imitent le pelage du léopard. Ainsi des autres. Chacun a sa spécialité, sa marque de fabrique, toujours avec des teintes sobres, dont la seule coordination fait le mérite.

Par l'exquise simplicité de sa géométrie et de ses ornements, l'œuf de l'oiseau caresse le regard le moins exercé. En récompense des menus services qu'ils me rendent, il m'arrive parfois d'admettre en mon cabinet de travail quelques bambins du voisinage, zélés chercheurs. Or que voient ces naïfs dans cet atelier dont ils ont ouï raconter des merveilles ? Ils voient de grands placards vitrés où sont rangées mille choses curieuses, encombrant amas dont s'entoure quiconque interroge la pierre, la plante et la bête. Les coquillages dominent.

Épaule contre épaule pour s'encourager, mes timides visiteurs admirent les superbes escargots de la mer, de toute forme et de toute coloration ; ils se montrent du doigt telle et telle autre coquille qui, par l'éclat de sa nacre, son volume, ses étranges digitations, fait point saillant dans l'ensemble. Ils regardent mes richesses, et moi je regarde leur mine. J'y reconnais la surprise, l'ébahissement et rien autre.

Ces choses de la mer, de forme trop complexe pour s'imposer à des novices, sont objets mystérieux, sans langage connu. Mes étourdis se perdent dans les escaliers à vis, les enroulements, les spires, les conques, de géométrie trop savante. Ils restent presque froids devant l'étalage des richesses océaniques. Si je pouvais obtenir le fond de leur pensée, les enfants diraient : « C'est curieux » ; ils ne diraient pas : « C'est beau ».

C'est une tout autre affaire avec les boîtes où, sur du coton, à l'abri de la lumière, sont groupés, ponte par ponte, les œufs des oiseaux de la région. Maintenant les joues s'illuminent d'émoi, des chuchotements se transmettent à l'oreille sur le choix du plus beau groupe de la boîte. Ce n'est plus ébahissement, c'est naïve admiration. Il est vrai que l'œuf rappelle le nid et l'oiselet, incomparable joie de l'enfance. Sur les visages se lit néanmoins la sainte commotion du beau. Les bijoux de la mer ont

émerveillé mes petits visiteurs ; la belle simplicité de l'œuf les a doucement remués.

Dans la très grande majorité des cas, l'œuf de l'insecte est loin de cette haute perfection qui s'impose même au regard novice. Comme forme habituelle, c'est le globule, le fuseau, le cylindroïde, tous de médiocre élégance par défaut de courbures harmonieusement combinées. Beaucoup ont coloration mesquine ; quelques-uns, par leur richesse outrée, font violent contraste avec les défaillances du germe inclus. Les œufs de certains papillons sont des perles en bronze, en nickel. La vie semble y germer sous les rigidités d'une boîte en métal.

Si l'on fait emploi de la loupe, les ornementations de détail n'y sont pas rares, mais toujours complexes et dénuées de cette simplicité supérieure qui fait le vraiment beau. Les Clythres enveloppent leurs œufs d'une coque dont la matière se lamine en écailles de cône de houblon, ou se façonne en torsades obliques entre-croisées ; certains Criquets burinent leurs fuseaux, y creusent des séries spiralées de fossettes semblables à celles d'un dé à coudre. Tout cela certes ne manque pas de grâce, mais comme ce luxe nous éloigne de la noble correction !

L'insecte a une esthétique ovarienne à part, sans rapport avec celle de l'oiseau. Je sais pourtant un cas où la comparaison est permise. Un insecte de pauvre renom, la Punaise des bois, le Pentatome des naturalistes, peut mettre son œuf en parallèle avec celui de l'oiseau. La bête aplatie, parfumée d'odieuse essence, a pour ponte un chef-d'œuvre de gracieuse simplicité et en même temps d'ingénieux mécanisme ; elle nous répugne par son cosmétique, son huile de toilette ; elle nous intéresse par son œuf, digne de prendre place à côté de celui de l'oiseau.

Je viens de faire trouvaille sur un rameau d'asperge. C'est un groupe d'œufs, au nombre d'une trentaine, étroitement rangés l'un contre l'autre, avec ordre, ainsi que les perles d'une broderie. J'y reconnais la ponte d'un Penta-

tome. L'éclosion s'est faite depuis peu, car la famille n'est pas encore dispersée. Les coques vides sont restées en place, sans déformation aucune moins le soulèvement de leur couvercle.

Oh ! la délicieuse collection de petits pots en albâtre translucide, à peine obnubilé de gris clair ! J'aimerais un conte où, dans le monde du très petit, les fées prendraient leur infusion de tilleul dans des tasses pareilles. La panse, gracieux ovale tronqué, porte subtil réseau de mailles polygonales brunes. D'un œuf d'oiseau détachons très régulièrement, en pensée, le bout supérieur, pour faire du reste une mignonne coupe, et nous aurons à peu près l'ouvrage de la Punaise. Ici et là, même douceur de courbure.

La ressemblance ne va pas plus loin. Dans le haut de l'œuf, l'insecte reprend son originalité : son produit est une boîte à couvercle. L'opercule, doucement convexe, est orné d'un réseau de fines mailles comme la panse ; sur le bord, il est en outre embelli d'une ceinture d'opale. A l'éclosion, il pivote comme sur une charnière et se détache tout d'une pièce. Alors tantôt il choit de sa place et laisse le pot bâiller en plein ; tantôt il retombe en sa position normale et clôt de nouveau l'urne, qui reprend l'aspect intact. Enfin l'embouchure est ciliée de subtiles dentelures. Apparemment ce sont là les rivets qui maintenaient le couvercle en place pour une fermeture hermétique.

N'oublions pas certain détail bien caractéristique. Tout près du bord, à l'intérieur de la coque, se voit toujours, après l'éclosion, un trait d'un noir de charbon, configuré en manière d'ancre ou mieux de T dont les bras seraient infléchis. Que signifie ce minuscule détail? Est-ce un loquet, un système de serrurerie à chevillette et bobinette? Est-ce estampille de potier apposant au chef-d'œuvre certificat d'origine? Quelle curieuse céramique rien que pour enclore le germe d'une Punaise!

Les petits n'ont pas quitté l'amas de vaisselle d'où ils sont récemment sortis. Amoncelés en tas, ils attendent

que le bain d'air et de lumière leur ait donné consistance, avant de se disperser et d'implanter le suçoir où bon leur semblera. Ils sont rondelets, trapus, noirs, avec le dessous du ventre rouge et les flancs galonnés de la même couleur. Comment sont-ils sortis de leurs pots, par quel artifice ont-ils soulevé le couvercle, solidement scellé? Essayons de répondre à la curieuse question.

Avril finit. Dans l'enclos, devant ma porte, les romarins suant le camphre sont en pleine floraison et me valent la visite d'une multitude d'insectes, qu'il m'est loisible de consulter à toute heure. Les Pentatomes, en espèces variées, y abondent, mais sans se prêter à des observations précises à cause de leur vie errante. Si je veux connaître au juste l'œuf de chacun d'eux, si je désire surtout apprendre comment se fait l'éclosion, les chances de la bonne fortune épiées directement sur l'arbuste fleuri, me seraient insuffisantes. Il est préférable de recourir à l'éducation sous cloche en toile métallique.

Mes incarcérés, isolés par espèces et représentés chacun par un certain nombre de couples, ne me donnent guère tracas. Il leur suffit d'un gai soleil et d'un bouquet de romarin journellement renouvelé. J'ajoute à l'ameublement quelques ramuscules feuillés de divers arbustes. L'insecte y choisira à sa convenance l'emplacement de sa ponte.

Dès la première quinzaine de mai, les Punaises prisonnières m'approvisionnent d'œufs au delà de mes souhaits, œufs aussitôt cueillis avec leur support, espèce par espèce et logés dans de petits tubes de verre où me sera facile le délicat examen de l'éclosion, pourvu que ma surveillance ne soit pas en défaut.

Belle collection en vérité, des plus gracieuses, et bien digne de figurer à côté de celle des œufs de l'oiseau si des dimensions plus grandes venaient en aide à notre faiblesse de vue. Du moment qu'il faut recourir à la loupe, nous laissons le magnifique passer inaperçu. Amplifions sous

le verre grossissant, et l'œuf de la Punaise nous émerveillera tout autant, peut-être plus, que ne le ferait l'œuf bleu de ciel du Saxicole. Quel dommage que de telles élégances se dérobent par leur petitesse à notre admiration!

La forme n'est jamais l'ovoïde complet, apanage de l'oiseau. Une brusque troncature, où s'encastre un couvercle de faible convexité, termine toujours supérieurement l'œuf du Pentatome, et l'on a sous les yeux minuscule ciboire, délicieux coffret, urne d'art antique, tonnelet cylindroïde, potiche ventru de céramique orientale, avec des ornementations, zones, cocardes, réseaux, variables suivant la spécialité de la pondeuse. Constamment une ceinture opaline cerne le joint de la coquille et de son opercule ; constamment aussi, lorsque l'œuf est vide, une frange très délicate de cils anguleux s'irradie autour de l'embouchure. Ce sont les rivets de consolidation soulevés et rabattus au moment de la délivrance du nouveau-né.

Dans tous enfin, l'éclosion accomplie, se retrouve à l'intérieur, tout près de la margelle, le trait noir en forme d'ancre au sujet duquel nous nous sommes déjà demandé si c'était là marque de fabrique ou système de serrurerie. L'avenir nous montrera combien nos soupçons restent au-dessous du vrai.

Jamais la ponte n'est disséminée à l'aventure. L'ensemble des œufs constitue un groupe serré, en rangées régulières, plus longues ou plus courtes, de façon à figurer une sorte de mosaïque de perles solidement assises sur leur support commun, en général une feuille. L'adhérence est telle que le coup de balai d'un pinceau, ou même l'attouchement du doigt, ne dérange en rien la belle coordination. Après le départ des jeunes, on trouve les coques vides toujours en place, mignonne image de compotiers méthodiquement rangés par le marchand forain sur sa planche d'étalage.

Achevons par quelques détails spécifiques. Les œufs

du Pentatome à noires antennes *(Pentatoma nigricorne)* ont la forme cylindroïde avec segment de sphère pour base. L'opercule, largement zoné de blanc au bord, porte au centre, fréquemment mais non toujours, une saillie de cristal, sorte de poignée rappelant l'appendice qui sert à soulever le couvercle d'un compotier. Toute la surface est lisse, luisante, sans autre parure que sa simplicité. La coloration varie suivant le degré de maturité. Récemment pondus, les œufs sont d'un jaune paille uniforme ; plus tard, par l'effet du germe en travail d'organisation, ils deviennent d'un orangé pâle, avec tache triangulaire d'un rouge vif au centre de l'opercule. Vides, ils sont pellucides et d'un superbe blanc d'opale, moins le couvercle devenu hyalin comme verre.

Des pontes obtenues, la plus populeuse formait une plaque de neuf rangées, chacune d'une douzaine d'œufs environ. Le total atteignait ainsi la centaine. Mais habituellement le nombre est moindre, réduit à la moitié et moins. Les groupes avoisinant la vingtaine ne sont pas rares. L'énorme écart entre les dénombrements extrêmes certifie des pontes multiples, en des points différents, points que le rapide essor de l'insecte permet de supposer bien éloignés l'un de l'autre. Le moment venu, ce détail aura sa valeur.

Le Pentatome costumé de vert pâle *(Pentatoma prasinum)* moule ses œufs en barillets, ovoïdes au bout inférieur et ornés sur toute leur surface d'un réseau de subtiles mailles polygonales, en relief. La coloration en est le brun de suie ; puis le brun très clair, après l'éclosion. Les plus forts groupes atteignent la trentaine. A cette espèce appartiennent probablement les œufs qui, recueillis sur un rameau d'asperge, ont les premiers attiré mon attention.

Pour le Pentatome des baies *(Pentatoma baccarum)*, encore des barillets ovés, à réseau de mailles sur toute la surface. Ils sont d'abord opaques et obscurs ; puis, une

fois vides, ils deviennent translucides, blancs ou d'un rose tendre. J'en recueille des groupes d'une cinquantaine, d'autres d'une quinzaine et même moins.

La plante bénie des jardins potagers, le chou, me fournit le Pentatome orné *(Pentatoma ornatum)*, bariolé de noir et de rouge. Les œufs de cette espèce sont les mieux enjolivés sous le rapport de la coloration. Ils figurent des tonnelets convexes aux deux bouts, surtout à l'inférieur. Le microscope y reconnaît une surface burinée de fossettes semblables à celle d'un dé à coudre et disposées avec une délicieuse régularité. En haut et en bas du cylindre, large ceinture d'un noir mat ; sur les flancs, ample zone blanche avec quatre gros points noirs symétriquement distribués. Le couvercle, entouré de cils neigeux et cerclé de blanc au bord, se tuméfie en calotte noire avec cocarde centrale blanche. En somme, urne de deuil par l'apposition brusque du noir du charbon et du blanc de l'ouate. La vaisselle des funérailles étrusques aurait trouvé là superbe modèle.

Ces œufs, d'ornementation mortuaire, sont disposés par petits groupes, en général sur deux rangées. Le tout n'atteint guère que la douzaine, nouvelle preuve de pontes multiples en des points différents. Ce n'est pas à ce nombre mesquin que doit se borner la Punaise du chou lorsque l'un de ses congénères dépasse la centaine.

Mai n'est pas fini que l'éclosion se fait, aujourd'hui l'une, demain l'autre, pour les diverses pontes recueillies et mises en tubes. Deux ou trois semaines suffisent à l'évolution du germe. C'est le moment d'une assidue vigilance, si je veux connaître le mécanisme de la sortie et surtout la fonction de l'étrange outillage à trois branches noires, que je retrouve en toute coque, au bord de l'embouchure, une fois le nouveau-né parti.

Les œufs translucides dès le début, ceux du Pentatome à antennes noires par exemple, me permettent d'abord de constater que l'engin à rôle inconnu apparaît sur le tard,

alors que la prochaine délivrance s'annonce par un changement de teinte du couvercle. Ce n'est donc pas une pièce originelle de l'œuf, tel qu'il est descendu des ovaires; cela s'élabore au cours de l'évolution, et même à une époque tardive, lorsque la petite Punaise a déjà pris sa forme.

Cessons en conséquence d'y voir, comme je me le figurais au début, ressort, verrou, système de gonds propres à maintenir l'opercule en place. Un réel appareil de clôture, protection du germe, devrait exister dès la ponte. Et c'est précisément à la fin, quand il faut s'en aller, que la machinette apparaît. Il ne s'agit plus de clore, il s'agit d'ouvrir. Et dans ce cas, l'outil problématique ne serait-il pas plutôt une clef, un levier bon à forcer le couvercle que retiennent les rivets ciliés et peut-être aussi les encollements d'un agglutinatif? Une patiente assiduité nous l'apprendra.

La loupe sur mes tubes, que j'interroge à tout moment, j'assiste enfin à l'éclosion. Le travail débute. A l'un des bouts de son diamètre, le couvercle insensiblement monte; à l'autre, il pivote ainsi qu'une porte sur ses gonds. Le jeune est adossé contre la paroi du barillet, juste au-dessous du bord operculaire qui déjà bâille, condition avantageuse, permettant de suivre avec quelque précision la marche de la délivrance.

La petite Punaise, contractée et immobile, a le front coiffé d'un bonnet pelliculaire, mieux soupçonné que vu, tant il est subtil. Plus tard, au moment de sa chute, ce capuchon deviendra de pleine évidence. Il sert de base à un angle trièdre, dont les trois arêtes, rigides et d'un noir intense, doivent être, d'après leur aspect, de nature cornée. Deux de ces arêtes s'étendent entre les yeux, d'un rouge vif; la troisième descend sur la nuque et se relie de droite et de gauche aux autres par un trait obscur, très délié. Volontiers je verrais, en ces lignes sombres, des fils tendus, des ligaments qui consolident les trois branches

de l'appareil et les empêchent de s'écarter davantage en émoussant la pointe de l'angle, lui-même clef du coffret, c'est-à-dire refouloir du couvercle. La mitre trièdre protège le front, à chair molle encore, incapable de violenter l'obstacle; de sa pointe de diamant, bien appliquée tout au bord de l'opercule, elle a solide prise sur la rondelle qu'il s'agit de desceller.

A cette machine, à ce bonnet surmonté d'un trépan, il faut un propulseur. Où est-il? Il est au sommet du front. Là, dans une aire de peu d'étendue, presque un point, regardons bien : nous y constaterons des pulsations rapides, autant vaut dire des coups de piston, produits, à n'en pas douter, par de brusques ondées de sang. En injectant, à la précipitée, sous son crâne mou le peu qu'il possède d'humeurs, l'animalcule fait de sa débilité énergie. Le casque trièdre monte donc, pousse devant lui, appuyant toujours son angle, de façon inébranlable, au même point du couvercle. Il n'y a pas choc de l'outil, percussion intermittente, mais bien refoulement continu.

L'opération dure au delà d'une heure, tant elle est laborieuse. Par degrés insensibles, l'opercule se descelle, se soulève obliquement, mais conserve d'ordinaire adhérence avec la margelle de l'urne à l'autre extrémité du diamètre. En ce point de pivotement, où semblerait devoir intervenir une charnière, la loupe ne constate rien de particulier. Il y a là comme partout ailleurs, simple rangée de cils, rabattus en rivets pour l'occlusion. A l'opposé du point d'attaque, ces rivets, moins ébranlés que les autres, ne cèdent pas en plein et font office de charnière.

Petit à petit l'animalcule émerge de sa coque. Les pattes et les antennes, économiquement repliées sur la poitrine et le ventre, sont d'une complète immobilité. Rien ne bouge et cependant la Punaise fait de plus en plus saillie hors de son coffret, par un mécanisme sans doute pareil à celui du ver du Balavin quittant sa noisette. L'afflux du sang, qui provoque les coups de piston du

crâne, gonfle aussi la partie du corps déjà libre et la convertit en bourrelet d'appui ; l'arrière, encore inclus, s'amoindrit d'autant et s'engage à son tour dans l'étroite embouchure. C'est un passage à la filière, si doux et si discret que tout au plus, à lointains intervalles, je reconnais dans la bête quelques essais de balancement pour s'extraire de son alvéole.

Enfin les rivets sont forcés, le coffre bâille, l'opercule est suffisamment refoulé en direction oblique. La mitre à trois arêtes a fini son rôle. Que va-t-elle devenir ? Outil désormais inutile, elle doit disparaître. J'assiste effectivement à son rejet. La coiffe pelliculaire qui lui servait de base se déchire, devient haillon chiffonné et très lentement glisse sur la face ventrale de la Punaise, entraînant avec elle la dure et noire machinette non déformée. A peine la ruine est-elle descendue vers le milieu du ventre, que l'animalcule, jusque-là immobile dans une posture de momie, libère les pattes et les antennes de leur parcimonieux arrangement, les étale, les agite d'impatience. C'est fait : l'insecte quitte son étui.

L'appareil de délivrance, toujours sous la forme d'un T dont les bras seraient un peu courbes et se déjetteraient de côté, reste adhérent à la paroi de la coque, près de l'orifice. Longtemps après le départ de l'insecte, la loupe retrouve en place l'ingénieux trièdre, de forme constante chez les divers Pentatomes et de rôle incompréhensible tant qu'on n'a pas surpris le travail de l'éclosion.

Encore un mot sur la façon d'ouvrir le coffret à couvercle. J'ai dit que le jeune est adossé à la paroi du tonnelet, aussi loin que possible du centre. C'est là qu'il prend naissance, qu'il se coiffe de sa tiare et pousse après du front. Pourquoi n'occupe-t-il pas la région centrale, emplacement que sembleraient devoir imposer la forme de l'œuf et la protection plus efficace des initiales délicatesses ? Y aurait-il quelque avantage à naître ailleurs, sur la circonférence même ?

Oui, il y en a un, très net et d'ordre mécanique. Au sommet du front, que font palpiter les afflux du sang, le nouveau-né pousse sa coiffure anguleuse contre le couvercle à desceller. Quel peut être l'effort crânien d'un corpuscule glaireux récemment figé en être vivant? On n'ose y songer, tant c'est au-dessous de toute évaluation. Et ce néant doit culbuter le solide couvercle de sa boîte !

Supposons la poussée s'exerçant au centre. Dans ce cas, l'effort d'ébranlement, un rien, se répartit de manière uniforme sur la circonférence entière et tous les rivets d'assemblage prennent part à la fois à la résistance. Isolément, les cils de clôture céderaient, chacun, au peu d'énergie disponible ; en leur totalité, ils restent invincibles. La méthode de la poussée centrale est donc impraticable.

Si nous voulons déclouer une planche, ce serait acte illogique que de la cogner par le milieu. L'ensemble des clous réagirait en une commune résistance insurmontable. Nous l'attaquons, au contraire, par le bord ; nous appliquons progressivement d'un clou à l'autre la puissance de notre outil. A peu près ainsi agit la petite Punaise dans son coffre : elle refoule en dehors le bord extrême du couvercle, de façon qu'à partir du point d'attaque, les rivets cèdent de proche en proche, un par un. La résistance totale est vaincue parce qu'elle est fractionnée.

Parfait, mignonne Punaise ! Tu as ta mécanique, basée sur les mêmes lois que la nôtre ; tu connais les secrets du levier et du cric. Pour rompre sa coquille, l'oiseau naissant se met au bec un durillon, pointe de pic chargée d'abattre par fragments la muraille calcaire. L'ouvrage fini, la verrue, outil d'un jour, disparaît. Tu possèdes mieux que l'oiseau.

L'heure de la sortie venue, tu te coiffes d'un bonnet où convergent en angle trois tiges rigides. A la base de l'appareil, ton crâne mou fonctionne en presse hydraulique et donne ses coups de piston. Ainsi se descelle et se

culbute le plafond de ton habitacle. Le durillon percuteur de l'oiseau s'efface lorsque la coquille est en pièces ; de même disparaît ta mitre de refoulement. Dès que l'opercule bâille assez pour le passage, tu te décoiffes, tu abandonnes le bonnet et son système de tringles.

Dans ton œuf, d'ailleurs, pas de rupture, pas de brutale démolition comme en pratique l'oiseau. Vide, il n'est pas une ruine. C'est toujours le gracieux barillet du début, rendu plus élégant encore par la translucidité, qui en fait mieux valoir les grâces. A quelle école, petite Punaise, as-tu donc appris l'art de ta boîte natale et le fonctionnement de ta machinette ? Il s'en trouve disant : « C'est à l'école du hasard. » En ton humilité, tu redresses ta mitre et tu réponds : « Ce n'est pas vrai. »

Le Pentatome est glorifié sous un autre rapport qui, s'il était bien établi, dépasserait de cent coudées les merveilles de l'œuf. J'emprunte le passage que voici à De Géer, le Réaumur suédois :

« Les Punaises de cette espèce *(Pentatoma griseum)* vivent sur le bouleau. Au commencement de juillet, j'en ai trouvé plusieurs accompagnées de leurs petits. Chaque mère était entourée d'une troupe de jeunes, au nombre de vingt, de trente et même de quarante. Elle se tenait constamment auprès d'eux, le plus souvent sur un des chatons de l'arbre qui contiennent les graines, et quelquefois sur une feuille. J'ai observé que ces petites Punaises et leur mère ne restent pas toujours à la même place, et que dès que la mère commence à marcher et à s'éloigner, tous ses petits la suivent et s'arrêtent où la mère veut faire halte. Elle les promène ainsi d'un chaton ou d'une feuille à l'autre et les conduit où elle veut, comme les poules font de leurs poussins.

« Il y a des Punaises qui ne quittent point leurs petits ; elles font même la garde et ont un grand soin d'eux tandis qu'ils sont jeunes. Il m'arriva un jour de couper une jeune

branche de bouleau peuplée de pareille famille, et je vis d'abord la mère fort inquiète battre sans cesse des ailes avec un mouvement rapide, sans cependant changer de place, comme pour écarter l'ennemi qui venait de s'approcher, tandis que, dans toute autre circonstance, elle se serait d'abord envolée ou aurait tâché de s'enfuir, ce qui prouve qu'elle ne restait là que pour la défense de ses petits.

» M. Modéer a observé que c'est principalement contre le mâle de son espèce que la Punaise mère se trouve obligée de défendre ses petits, parce qu'il cherche à les dévorer partout où il les rencontre ; et c'est alors qu'elle ne manque jamais de tâcher de les garantir de tout son pouvoir contre ses attaques. »

Dans ses *Curiosités d'Histoire naturelle*, Boitard embellit encore le tableau familial tracé par De Géer. « Ce qu'il y a de très curieux, dit-il, c'est de voir, lorsqu'il vient à tomber quelques gouttes de pluie, la mère Punaise conduire ses petits sous une feuille ou sous l'enfourchure d'une branche pour les abriter. Là, sa tendresse inquiète n'est pas encore rassurée ; elle les place en un groupe serré, se met au milieu, puis elle les couvre de ses ailes, qu'elle étale sur eux en forme de parapluie ; et, malgré la gêne de sa position, elle garde cette attitude de mère couveuse jusqu'à ce que l'orage soit passé. »

Le dirai-je ? Ce parapluie des ailes maternelles en temps d'averse, cette promenade de poule conduisant ses poussins, ce dévouement contre les attaques du père enclin à dévorer sa famille, me laissent quelque peu incrédule sans m'étonner, l'expérience m'ayant appris que les livres sont fertiles en historiettes incapables de supporter les épreuves d'un sévère examen.

Une observation incomplète, mal interprétée, donne le branle. Viennent les compilateurs qui fidèlement se transmettent le conte, fruit véreux de l'imagination ; et l'erreur, cimentée par les redites, devient article de foi.

Sur le Scarabée et sa pilule, par exemple; sur le Nécrophore et ses inhumations, l'Hyménoptère prédateur et son gibier, la Cigale et son puits, que n'a-t-on pas dit avant de parvenir au vrai! Le réel tout simple, supérieurement beau, trop souvent nous échappe; il cède la place à l'imaginaire, d'acquisition moins laborieuse. Au lieu de remonter aux faits et de voir par nous-mêmes, aveuglément nous suivons la tradition. Aujourd'hui nul n'écrirait quelques lignes sur les Pentatomes sans mentionner le récit incertain du naturaliste suédois, et nul, que je sache, ne parle des merveilles authentiques concernant le mécanisme de l'éclosion.

Que peut avoir vu De Géer? La haute valeur du témoin impose la confiance; je me permettrai cependant d'expérimenter à mon tour avant d'accepter le dire du maître.

La Punaise grise, sujet du récit, est plus rare que les autres dans mon voisinage; sur les romarins de l'enclos, mon champ d'exploitation, j'en trouve trois ou quatre qui, mises sous cloche, ne me donnent pas de ponte. L'échec ne me paraît pas irréparable : ce que la grise se refuse à me montrer, la verte, la jaunâtre, la bariolée de rouge et de noir, toutes, tant qu'elles sont, de conformation pareille et de mœurs similaires, me l'accorderont. Dans des espèces si voisines, les soins de famille chez l'une doivent, à quelques détails près, se retrouver chez les autres. Informons-nous alors de quelle façon se comportent, à l'égard des nouveau-nés, les quatre Pentatomes élevés en captivité. Leur témoignage unanime fera notre conviction.

Un fait tout d'abord me frappe, peu d'accord avec ce que j'étais en droit d'attendre d'une future poule conduisant ses poussins. La mère n'accorde aucune attention à sa ponte. Le dernier œuf mis en place, à l'extrême bout de la rangée finale, elle s'éloigne, insoucieuse du dépôt. Elle ne s'en occupe plus, n'y revient plus. Si le hasard des pérégrinations l'y ramène, elle marche sur l'amas, le traverse et passe outre, indifférente. L'évidence ne laisse rien

à désirer; la rencontre d'une plaquette d'œufs est pour la mère événement d'intérêt nul.

N'allons pas mettre cet oubli sur le compte des aberrations possibles dans l'état de captivité. En pleine liberté des champs, j'ai fait rencontre de nombreuses pontes, parmi lesquelles se trouvait peut-être celle de la Punaise grise; jamais je n'ai vu la mère stationnant auprès de ses œufs, ce qu'elle devrait faire si sa famille, aussitôt éclose, demandait protection.

La pondeuse est d'humeur vagabonde et d'essor facile. Une fois envolée bien loin de la feuille qui a reçu le dépôt, comment, deux ou trois semaines après, se souviendra-t-elle que l'heure de l'éclosion approche; comment retrouvera-t-elle ses œufs et comment encore les distinguera-t-elle de ceux d'une autre mère? Ce serait accepter l'insensé que de la croire capable de pareilles prouesses de clairvoyance et de mémoire dans l'immensité des champs.

Jamais, dis-je, une mère n'est surprise stationnant en permanence auprès des œufs qu'elle a fixés sur une feuille. Il y a mieux encore. La ponte totale se fractionne par dépôts disséminés à l'aventure, de façon que la famille en son complet constitue une série de tribus parquées de çà, de là, à des distances parfois considérables, impossibles à préciser.

Retrouver ces tribus à l'époque de l'éclosion, plus prompte ou plus tardive suivant la date de la ponte et le degré de bonne exposition au soleil; puis, des quatre coins de l'étendue, rassembler en un troupeau la totalité des petits, si débiles et trottant si menu, ce sont là des impossibilités évidentes. Admettons toutefois que, de fortune, l'un des groupes étant rencontré et reconnu, la mère s'y dévoue. Forcément les autres restent abandonnés. Ils n'en prospèrent pas moins. Pour quel motif alors cette étrange ferveur des soins maternels à l'égard des uns lorsque la majorité s'en passe? De telles singularités inspirent méfiance.

De Géer mentionne des groupes d'une vingtaine. Ce n'était pas là, il convient de le croire, la famille complète, mais bien la bande issue d'une ponte partielle. Un Pentatome moindre de taille que la Punaise grise m'a donné, en une seule plaquette, au delà d'une centaine d'œufs. Pareille fécondité doit être la règle générale lorsque la façon de vivre est la même. En dehors de la vingtaine surveillée, que devenaient donc les autres, abandonnés à eux-mêmes?

Malgré le respect que nous devons au savant suédois, les tendresses de la mère Punaise et les appétits dénaturés du père dévorant ses petits sont à reléguer parmi les contes enfantins dont s'encombre l'histoire. J'ai obtenu, en volière, autant d'éclosions que je l'ai désiré. Les parents sont tout près, sous le même dôme. Que font-ils les uns et les autres en présence des petits?

Rien du tout : les pères n'accourent pas juguler la marmaille; les mères n'accourent pas davantage la protéger. On va et vient sur le treillis, on se repose à la buvette du bouquet de romarin; on traverse les groupes de nouveau-nés que l'on culbute sans mauvaise intention, mais sans ménagement non plus. Ils sont si petits, les pauvrets, si débiles. Un passant qui les frôle du bout de la patte les fait choir sur le dos. Pareils à des tortues renversées, alors vainement ils gigotent : nul n'y prend garde.

En ce péril de culbutes et autres désagréments, arrive donc, mère dévouée; mets-toi à la tête de ta famille, conduis-les pas à pas en lieux tranquilles, couvre-les du bouclier de tes élytres! Qui s'attendrait à ces belles choses, magnifique trait de morale édifiante, en serait pour ses frais de patience et de temps. Un trimestre de fréquentation assidue ne m'a valu, de la part de mes pensionnaires, aucun acte qui de près ou de loin rappelât quelque peu la sollicitude maternelle tant célébrée par les compilateurs.

La nature, nourrice des choses, *alma parens rerum*, est

d'une tendresse infinie à l'égard des germes, trésor de l'avenir ; elle est sévère marâtre à l'égard du présent. Dès que l'être est capable de se suffire à lui-même, elle le livre sans pitié à la rude éducation de la vie ; ainsi s'obtiennent les aptitudes de résister dans l'âpre conflit des existences. Tendre mère au début, elle donne au Pentatome délicieux coffret et couvercle scellé, sauvegarde des chairs naissantes ; elle coiffe l'animalcule d'un mécanisme de libération, chef-d'œuvre d'ingénue délicatesse ; puis, dure éducatrice, elle dit au petit : « Je te laisse, tire-toi d'affaire dans la mêlée du monde. »

Et le petit s'en tire. Je vois les nouveau-nés, serrés l'un contre l'autre, stationner quelques jours sur la plaquette des œufs vides. Ils y prennent consistance plus ferme et coloration plus vive. Des mères passent dans le voisinage, nulle n'accorde attention à l'amas sommeillant.

La faim venue, l'un des petits s'écarte du groupe, à la recherche d'une buvette ; les autres suivent, heureux de se sentir épaule contre épaule, comme le font les moutons au pâturage. Le premier en mouvement entraîne la bande entière, qui s'achemine en troupeau vers les points tendres où le suçoir s'implante et s'abreuve ; puis l'ensemble revient au village natal, lieu de repos sur le toit des œufs vides. Les expéditions en commun se répètent dans un rayon croissant ; enfin, quelque peu fortifiée, la société s'émancipe, s'éloigne, se disperse, ne revient plus au lieu de naissance. Désormais chacun vit à sa guise.

Qu'adviendrait-il si, lorsque le troupeau se déplace, une mère se rencontrait, d'allure lente, cas fréquent chez les graves Punaises ? Les petits, je me le figure, suivraient de confiance ce chef de hasard, comme ils suivent ceux d'entre eux qui les premiers se sont mis en marche. Il y aurait alors simulacre de poule à la tête de ses poussins ; le fortuit donnerait les apparences de soins maternels à une étrangère, bien insoucieuse de la marmaille à ses trousses.

Le bon De Géer me semble avoir été dupe de pareilles rencontres, où ne sont pour rien les maternelles sollicitudes. Un peu de couleur, embellissement involontaire, a parachevé le tableau; et depuis sont vantées dans les livres les vertus familiales de la Punaise grise.

Sérignan (Vaucluse), 28 mars 1901.

J. H. Fabre.

L'ŒUVRE MATHÉMATIQUE

du XIXe siècle

« Il y a du géométrique partout,
il y a du moral partout. »

(LEIBNIZ.)

Après que nous avons mis ainsi, en tête de ces lignes, cette pensée du profond métaphysicien fondateur du calcul différentiel, il nous sera permis, sans encourir aucunement le reproche d'exclusivisme, nous l'espérons, de dire — avant que d'étudier l'Œuvre mathématique du XIXe siècle — combien est souverainement belle la science mathématique, la reine des science, *la science !*

La mathématique sera toujours la jouissance la plus pure de ceux qui aiment à se rapprocher de l'Absolu, à voir les choses « sub specie æternitatis ».

Son caractère hautement philosophique et artistique est proclamé par tous les grands géomètres.

Son caractère d'utilité pratique est évident.

Nous allons essayer d'esquisser le tableau des progrès, en ces cent dernières années, de cette science éminemment logique, utile et belle.

Ces progrès ont été immenses.

ÉQUATIONS ALGÉBRIQUES — FORMES — GROUPES

Existence des racines d'une équation

Si l'on convient d'introduire dans la science des nombres de la forme :

$$u + vi,$$

u et v étant des nombres réels et i étant une unité complexe irréductible définie comme racine de l'équation

$$x^2 + 1 = 0,$$

on peut énoncer le théorème fondamental : « Une équation algébrique de degré n admet n racines. »

A vrai dire, le XVIIIe siècle ne maniait pas sans quelque malaise ces nombres complexes $u + vi$.

Aujourd'hui, nous sommes parfaitement fixés sur la légitimité de l'emploi de ces symboles. Nous devons à Gauss (1799) la première démonstration suffisante du théorème fondamental que d'Alembert et d'autres géomètres avaient vainement essayé d'établir avant lui.

Les nombres réels ne suffisaient pas à la résolution idéale des équations algébriques à coefficients réels ; les nombres complexes suffisent à la résolution idéale des équations dont les coefficients sont réels ou complexes.

Nous avons donc un théorème précis relatif à l'existence des racines ; il faut maintenant les trouver effectivement.

Au commencement du XIXe siècle, Abel et Galois ont montré, indépendamment l'un de l'autre, que les équations algébriques de degré supérieur à 4 n'étaient pas résolubles par radicaux, sauf, peut-être, pour des classes spéciales d'équations.

Laissons, pour un instant, ces deux grands géomètres

et indiquons d'abord ce qui a été fait pour le calcul approché des racines.

Résolution par approximation

Descartes, Rolle et Newton (1) au XVIIe siècle, Lagrange au XVIIIe, Budan, Fourier ... au commencement du XIXe nous ont légué nombre de précieux théorèmes. — En ce siècle, Sturm, Laguerre, Hermite, en ont donné de fort beaux et de fort utiles : la méthode d'Hermite repose sur la théorie des formes quadratiques, que nous rencontrerons bientôt. L'on peut aussi, pour l'approximation d'une racine, appliquer la théorie des indices de Cauchy qui est, en somme, identique à sa théorie des résidus, si magnifiquement féconde dans le calcul intégral.

Nous savons donc trouver les racines avec telle approximation que nous voulons, mais le génie philosophique et artistique des géomètres ne pouvait se contenter de ces résultats, pour beaux et utiles qu'ils soient. Les uns ont voulu savoir quelles étaient les classes d'équations résolubles par radicaux, les autres ont voulu, si l'on peut ainsi parler, s'occuper de la résolution logique des équations.

Résolution logique d'une équation

Gauss a donné une théorie complète des équations binomes $x^m - 1 = 0$ et il a étudié les équations non primitives. Abel, profitant d'une partie des travaux de Gauss, trouve d'abord une grande classe d'équations résolubles par radicaux, puis il esquisse une théorie générale de ces équations.

Galois se posait une question plus difficile encore que celle à laquelle Abel s'était attaché : il voulait savoir quelles sont les équations algébriques résolubles au moyen

(1) Toutes les découvertes de Newton ont été faites avant 1701, mais n'ont été publiées qu'au XVIIIe siècle, même le calcul des fluxions.

d'équations auxiliaires de degré moindre. Il a montré que la possibilité de cette résolution dépend de la structure du groupe de l'équation. Ceci demande quelque explication.

Galois définit déjà le *Domaine de Rationalité*, « ensemble des fonctions rationnelles à coefficients entiers de certains paramètres » (Kronecker a insisté sur l'importance de ce concept). D'autre part, Cauchy avait déjà commencé à étudier les groupes de substitutions.

Soit une suite de substitutions sur n lettres. Si les inverses et les produits de deux substitutions quelconques de la série font encore partie de la série, l'ensemble forme un groupe.

Cela posé, Galois considère une fonction rationnelle V des racines x qui prend des valeurs différentes lorsque l'on fait toutes les substitutions sur les lettres x, et il démontre d'abord qu'une racine quelconque s'exprime rationnellement en fonction de l'une quelconque des valeurs de V, d'où résulte immédiatement un groupe G de substitutions des racines. Galois appelle G le *groupe de l'équation dans le domaine* auquel appartiennent les coefficients de V. Son théorème fondamental est le suivant :

« Une fonction rationnelle des racines, invariable par les substitutions du groupe G, appartient au domaine de rationalité. — Une fonction rationnelle des racines, appartenant au domaine, reste invariable par les substitutions du groupe. »

L'on sait par là que tout progrès de la théorie des groupes de substitutions sera un progrès dans la théorie des équations algébriques.

Dans le magistral « Traité » qu'il a publié en 1870, M. Camille Jordan a considérablement développé les idées de Galois en y ajoutant les siennes propres. En particulier, le problème de la résolution des équations par radicaux est entièrement résolu dans cet ouvrage qui serait déjà fondamental au point de vue de l'étude des groupes « en soi ».

De 1845 à 1891, Kronecker a publié de son côté une série de mémoires dont un grand nombre se rapportent aux équations algébriques et, en particulier, aux équations abéliennes, celles dont les racines sont fonctions rationnelles de l'une d'elles (avec une condition en plus). Kronecker a étudié la nature de ces racines et leur expression en fonction des racines complexes de l'unité. Nous ne saurions nous étendre plus longuement sur ce sujet. Remarquons seulement, pour conclure, que ce que l'on recherche surtout, depuis Galois, c'est l'étude de la racine au point de vue, pour ainsi dire, de sa complication, du degré de transcendance de l'équation. C'est ce que l'on peut appeler la « résolution logique », par analogie avec le terme « intégration logique » que nous rencontrerons en Analyse.

Théorie des groupes

Disons-le aussi, dès maintenant : il y a bien d'autres groupes que les groupes de substitutions. La théorie des groupes est aujourd'hui une immense théorie autonome que divers géomètres ont développée à des points de vue très divers : MM. Lie et Félix Klein, Poincaré et Picard, Frobenius et Sylow, Maillet... Nous aurons à revenir sur les groupes, à plusieurs reprises, dans la suite.

Formes algébriques

Si l'étude des équations algébriques, des polynomes à une variable, a été commencée dès le XVIIe siècle, par Viète et Descartes, il n'en est pas de même de cet autre chapitre de l'Algèbre, l'étude des formes, c'est-à-dire l'étude des polynomes homogènes à 2, 3,... n variables.

Gauss et Lagrange ont été amenés par leurs recherches arithmétiques, à considérer des formes quadratiques.

D'autre part, la nouvelle Géométrie du général Poncelet

conduisait également à l'étude des formes et de ces fonctions de leurs coefficients restant inaltérées lorsque les variables subissent une substitution linéaire : les Invariants.

Rappelons simplement que depuis Boole, MM. Cayley, Sylvester, Hermite, Brioschi, Aronhold, Clebsch, Gordan, Christoffel, Kronecker, Weierstrass, Hilbert, Deruyts,... ont écrit sur les formes des travaux de la plus haute importance et dont nous ne pouvons guère ici donner une idée.

Nous signalerons seulement ce fait capital, que MM. Sophus Lie et Félix Klein ont mis en évidence dans ces trente dernières années :

« Les propriétés des expressions qui restent invariantes pour une classe quelconque de transformations sont essentiellement définies par les propriétés du groupe de ces transformations. » Nous retrouvons ici les groupes, c'est-à-dire l'influence de Galois.

C'est surtout l'étude des formes quadratiques qui a été très avancée dans ce siècle.

D'abord une telle forme à n variables se peut transformer en une somme algébrique de n carrés. Des travaux de Jacobi et de Sylvester résulte le théorème d'inertie :

« Quelles que soient les substitutions linéaires effectuées, le nombre des carrés positifs et le nombre des carrés négatifs restent les mêmes. »

Il existe donc des formes essentiellement positives, qui ont, par suite, un minimum.

Hermite avait donné une limite pour ce minimum. M. Minkowski a donné une limite plus serrée. M. Hurwitz a aussi été, dans ces questions, le continuateur d'Hermite.

Deux formes quadratiques sont équivalentes lorsque, par une substitution linéaire, l'on passe de l'une à l'autre. L'on doit à M. Camille Jordan la solution complète de ces deux questions :

— Trouver les conditions d'équivalence de deux systèmes de deux formes quadratiques?

— Trouver toutes les substitutions qui transforment un système en lui-même?

Kronecker avait résolu le premier problème, mais non point le deuxième. La théorie des formes quadratiques est liée à celle des transcendantes thêta, à la Théorie des Nombres et à la Géométrie analytique qu'elle permet de voir de très haut. Nous ne pouvions ici qu'apercevoir ces vastes horizons.

THÉORIE DES NOMBRES

L'Arithmétique est la science des polynomes où les variables comme les coefficients prennent des valeurs entières. L'on pourrait dire aussi que l'Arithmétique est la science des diverses modalités du nombre.

Le premier grand arithméticien a été Fermat, qui vivait au XVIIe siècle. Ses successeurs sont Euler, Lagrange, Legendre, Gauss, Dirichlet, Kummer, Kronecker, Tchebychef, Hermite, Smith, Dedekind, Weber.

Gauss a introduit l'idée de congruence, d'une extrême fécondité : si $a - b$ est divisible par n, on écrit la congruence (équation généralisée) :

$$a \equiv b \ldots \text{(module } n\text{)}.$$

Nous n'insisterons pas sur les restes quadratiques, sur le symbole de Legendre, sur le théorème de réciprocité, connu d'Euler, démontré par Gauss et après lui par beaucoup d'autres géomètres. Mais nous voulons nous arrêter à un théorème de Lagrange, pour les réflexions qu'il nous suggérera relativement à la structure intime des nombres.

Un nombre rationnel tel que $\frac{2}{3}$, c'est un certain groupement de deux entiers : Kronecker, MM. Dedekind, G. Cantor, Méray, du Bois Reymond,... ont suffisamment insisté sur ce point depuis trente ans.

Un nombre tel que $\sqrt{2}$ se définit par deux suites *dé-*

nombrables (voir plus loin) de nombres rationnels, ou par une fraction continue.

Lagrange a montré qu'un nombre algébrique du deuxième degré est développable en fraction continue périodique, et réciproquement.

Dès lors, que peut représenter une fraction continue quelconque, irrégulière ? Liouville, en considérant des fractions continues, a montré l'existence d'une « classe très étendue de quantités dont la valeur n'est ni algébrique, ni même réductible à des irrationnelles algébriques ».

Parmi les nombres définis par deux suites dénombrables, les uns sont donc algébriques, c'est-à-dire racines d'équations algébriques à coefficients entiers; il en est d'autres : ceux-ci sont transcendants.

Ni Jacobi, ni aucun autre géomètre ne sont parvenus à généraliser le théorème de Lagrange; mais, en 1874, Hermite a montré que le nombre e est transcendant. Peu après, M. Lindemann, en se servant de la méthode d'Hermite, montrait que π est transcendant également. Ces résultats ont une valeur immense, car la difficulté du problème est formidable !

Après ce rapide aperçu sur le rôle des congruences, sur la nature intime des nombres, nous indiquerons encore succinctement le problème fondamental de la représentation des nombres par des formes, l'étude de l'équivalence des formes, de leur composition, des classes de formes quadratiques binaires de même déterminant.

Gauss a montré que : « le produit de deux nombres représentables par des formes primitives de même déterminant est représentable par une forme primitive de même déterminant ». — D'où la notion des classes de formes.

Tout récemment, pour les formes quadratiques à coefficients entiers et à deux indéterminées, M. Mathias Lerch a obtenu le nombre des classes par des séries convergentes.

Nous devons parler enfin de la magnifique théorie des « nombres idéaux ».

Un nombre algébrique entier est un symbole qui doit vérifier une équation algébrique à coefficients entiers. L'on reconnaît qu'il est des entiers algébriques *premiers* et d'autres qui sont décomposables en un produit de facteurs premiers. Mais cette décomposition peut se faire de plusieurs manières : l'analogie est rompue entre les entiers algébriques et les entiers naturels 1, 2, 3, ... C'est pour rétablir l'analogie que Kummer, dans un cas particulier, et M. Dedekind, en général, ont édifié la théorie des idéaux. M. Dedekind regarde les entiers algébriques d'un certain point de vue, grâce auquel les lois de la divisibilité ordinaire s'appliquent à ces nouveaux nombres. Que cette théorie doive, ou non, rencontrer des applications naturelles dans le domaine mathématique, elle devait être faite et elle l'a été dans ce siècle. La gloire en revient à M. Dedekind. Kronecker est revenu sur ce sujet, mais à un autre point de vue.

Nous terminerons en signalant les liens très étroits entre beaucoup de questions d'Analyse : fonctions spéciales, équations différentielles, et la théorie des nombres.

Inversement il est mainte question de l'Arithmétique qui n'a pu, à ce jour, être étudiée que par les méthodes de l'analyse, par exemple la recherche du nombre des nombres premiers inférieurs à n, dont nous dirons un mot à propos des fonctions entières, en citant les travaux de Riemann, von Mangoldt, M. Ch.-J. de la Vallée Poussin.

Hermite a d'ailleurs, le premier, introduit dans la théorie des nombres la variable *continue*.

ANALYSE INFINITÉSIMALE. — I. DOMAINE RÉEL

L'Analyse pourrait être caractérisée par ce fait que, en outre des quatre opérations fondamentales sur les nombres, elle se sert d'un instrument nouveau : le *passage à*

la limite. Leibniz et Newton sont les fondateurs de l'Analyse dont le but essentiel est l'étude des fonctions.

Une fonction de n variables c'est un nombre qui ne reste pas constamment le même lorsque ces n nombres varient. Ce concept s'est considérablement élargi depuis deux siècles, en particulier depuis l'introduction, due à Cauchy, de la variable complexe. D'une part, l'on sait aujourd'hui que l'étude de *certaines* fonctions réelles ne saurait être complète si l'on ne sortait du domaine réel, dût-on y rentrer finalement.

D'autre part, l'étude de la fonction complexe a amené les géomètres à la considération de fonctions réelles que l'on ne soupçonnait aucunement, par exemple les fonctions continues sans dérivée.

Nous parlerons d'abord des fonctions au point de vue réel, mais auparavant nous devons dire un mot de la théorie des ensembles.

Les ensembles

L'infini des mathématiciens n'est pas sans quelque mystère.

L'ensemble des entiers est un certain infini. L'ensemble de tous les nombres compris, par exemple, entre 0 et 1 est un autre infini.

Un ensemble infini de symboles tels que l'on puisse mettre cet ensemble en correspondance univoque et réciproque avec l'ensemble des entiers, est dit « de même puissance » que cet ensemble, ou dénombrable. L'ensemble des nombres rationnels, l'ensemble des nombres algébriques réels sont des ensembles dénombrables.

L'ensemble des nombres compris entre 0 et 1 ne l'est pas : il a, dit-on, la « puissance du continu ». Il nous suffisait d'introduire cette terminologie et de renvoyer aux Mémoires du fondateur de la théorie, M. G. Cantor, et aux Leçons sur les Fonctions de M. Émile Borel.

Généralités sur les fonctions

Il y a deux siècles, une fonction c'était une puissance de la variable : $y = x^p$. Puis, sous l'influence des progrès de la géométrie analytique, fondée par Descartes et Fermat, une fonction a été considérée comme définie par une courbe ou par une surface.

Le XIXe siècle a dû introduire la rigueur dans ces concepts intuitifs. L'on a donné pour les fonctions d'une variable, une définition analytique de la continuité. Pour les fonctions de n variables, on a distingué la continuité relative à chaque variable isolément de la continuité relative à l'ensemble des variables. Tout récemment M. Baire, après M. Dini, a approfondi ces questions. Il a fondé sur la théorie des ensembles, une classification des fonctions discontinues. Ce sont là des recherches très abstraites du plus grand intérêt.

Une fonction continue admet, ou non, une dérivée. Ce résultat, très imprévu, ressort des travaux de Riemann, de M. Darboux, de Weierstrass. On possède des exemples très simples, d'après MM. Peano et Hilbert, de fonctions continues non dérivables.

Voici un second caractère pour une classification très générale des fonctions. Une fonction continue est intégrable. Mais une fonction qui est seulement déterminée pour toute valeur de la variable (dans un certain intervalle) peut être, ou non, intégrable.

Ceci est dû surtout à Riemann et à M. Darboux.

Une fonction continue et admettant des dérivées de tous les ordres, peut être développable en série de Taylor :

$$\sum_{n=0}^{\infty} a_n x_n .$$

Elle peut aussi ne pas l'être et cela résulte des travaux de MM. Pringsheim et Borel. Nous verrons que l'étude des fonctions tayloriennes est précisément de ces ques-

tions où l'on doit passer du domaine réel au domaine complexe, et nous dirons alors tout l'intérêt que présentent ces fonctions.

Le XVIIIe siècle a assisté à des discussions passionnées entre Euler, Lagrange, D. Bernoulli... relativement à la possibilité de la représentation d'une fonction par une série trigonométrique :

$$\sum_{n=0}^{\infty} a_n \sin nx + b_n \cos nx.$$

Fourier, dès 1807, mit en relief la haute importance de ces séries dans les problèmes d'analyse que pose la Physique. Il employait ces séries et déterminait les coefficients a_n, b_n, sans s'attarder à des critiques un peu subtiles mais nécessaires, en somme. Qui songerait à lui en faire un reproche ? C'est peut-être, justement, le propre du génie que de projeter parmi les ténèbres des éclairs de lumière qui révèlent les grandes lignes d'un horizon nouveau. Parfois, dans la suite, l'on devra restreindre un peu la généralité que les créateurs avaient attribuée à un concept. Qu'importe ! C'est par de telles soudaines illuminations que progresse d'abord la science : plus tard l'on s'occupera d'éclairer chaque point.

Ici précisément Lejeune-Dirichlet, puis Riemann, plus tard Heine, MM. Lipschitz et Camille Jordan ont donné divers genres de conditions suffisantes pour que le développement trigonométrique puisse être fait. Cette question, comme celle de la convergence des séries de puissances et des intégrales, est trop vaste pour qu'un cerveau humain puisse trouver, d'une manière absolument générale, les conditions à la fois nécessaires et suffisantes. Les conditions suffisantes indiquées à cette heure sont d'ailleurs assez générales pour s'appliquer à un nombre immense de fonctions.

M. G. Cantor a montré d'autre part que le développement en série trigonométrique, s'il est possible, est unique :

il suppose seulement pour cela que la fonction ne présente pas de singularités spéciales en des points formant un certain ensemble.

Nous avons indiqué rapidement les principales classes de fonctions.

Nous avons dit qu'une fonction, dans un intervalle où elle est continue, est intégrable ; l'on peut ajouter qu'elle est développable en une série convergente de polynomes. Nous retrouverons bientôt ces séries.

Sur les concepts fondamentaux de l'Analyse, sur les modes de croissance des fonctions, les modes de convergence des séries, nous devons citer ici les travaux de M. P. du Bois-Reymond.

Disons enfin que les fonctions, en général, sont définies par certaines propriétés, ou par des expressions analytiques, ou par les équations fonctionnelles, qu'ont étudiées Abel..., M. Pincherle..., M. Bourlet.

D'ailleurs, les équations différentielles, ordinaires ou aux dérivées partielles, données *à priori*, constituent, peut-être, la source la plus naturelle, la plus importante de fonctions nouvelles.

ANALYSE INFINITÉSIMALE. — II. DOMAINE COMPLEXE

Soient deux variables réelles x et y et la *variable complexe :*

$$z = x + iy.$$

Puis, soient deux fonctions réelles $X(x, y)$ et $Y(x, y)$ et posons :

$$Z = X + iY.$$

Pour que la dérivée de Z par rapport à z dépende seulement de z, l'on trouve que X et Y doivent satisfaire à l'équation de Laplace :

$$\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} = 0.$$

L'on peut dire, dans ces conditions, que Z est une fonction de z : Cauchy disait « fonction synectique ».

M. Goursat a montré que la théorie de Cauchy suppose seulement la continuité de Z et l'existence de sa dérivée.

Dès 1825, Cauchy a montré qu'une telle fonction est intégrable et que l'intégrale curviligne dépend des points extrêmes et non point du chemin qui les relie.

La fonction $Z = f(z)$ étant donnée sur une courbe fermée C, les intégrales de Cauchy donnent immédiatement la valeur, en un point intérieur à la courbe, de la fonction et de toutes les dérivées successives.

L'on en déduit aussitôt le développement de Z, autour d'un point z_0 de l'aire limitée par C, en série taylorienne :

$$f(z) = a_0 + a_1 (z - z_0) + \ldots\ldots + a_n (z - z_0)^n + \ldots\ldots$$

Cette série de puissances converge absolument et uniformément dans un cercle de centre z_0 et de rayon R. M. J. Hadamard a retrouvé, après Cauchy, la valeur de R en fonction des a_n.

Une fonction synectique est donc analytique ou holomorphe, c'est-à-dire développable en série de Taylor en tout point où elle reste bien synectique.

Pour Cauchy une telle fonction est définie par une intégrale relative à un contour C sur lequel la fonction est donnée. La théorie peut être développée à ce point de vue. Riemann conçoit autrement la fonction complexe :

Il la dissocie, pour ainsi parler, et étudie surtout les deux équations aux dérivées partielles $\Delta X = 0$, $\Delta Y = 0$ dans le domaine réel. Il remarque d'ailleurs, avec Gauss, qu'il existe entre les deux plans (XY) et *(xy)* une correspondance qui conserve les angles. Pour Riemann, la notion de *fonction complexe* revient à la notion intuitive de représentation conforme d'un plan sur un plan.

Nous reviendrons ultérieurement sur ces belles images géométriques, et sur l'influence immense qu'elles ont eue.

Revenons à Cauchy. L'illustre géomètre n'a pas porté son attention sur les points où la fonction cesse d'être synectique, points qui peuvent s'agglomérer et former des lignes continues au delà desquelles l'on ne voit plus ce que devient la fonction. Il était réservé à Weierstrass d'introduire dans la science le concept de *domaine d'existence* d'une fonction analytique.

La fonction est définie par un élément :

$$S_0 = a_0 + a_1 (z - z_0) + \ldots\ldots + a_n (z - z_0)^n + \ldots\ldots$$

développement convergent dans un cercle C_0 de centre z_0 et de rayon R_0. Sur la circonférence du cercle de convergence, il est, au moins, un point critique (où la fonction n'est plus synectique).

Prenons un point z_1, dans le cercle C_0 et formons une série S_1, en $(z - z_1)$, qui soit identique à S_0 dans l'aire C_0.

Le développement S_1 converge dans l'aire d'un cercle de centre z_1 et de rayon R_1 ; par une série de cercles se recoupant ainsi, l'on atteint dans tout le plan une certaine aire : sa frontière, enveloppe des circonférences extrêmes, limite le domaine d'existence de la fonction. Cette définition de la fonction, en partant d'un élément, ce prolongement par cheminement sont dus à Weierstrass et, indépendamment, à M. Méray.

Dans le domaine d'existence l'on peut avoir des points singuliers isolés qui sont des *pôles*, si autour de ces points a la fonction est de la forme :

$$\frac{A_m}{(z-a)^m} + \ldots\ldots + \frac{A_1}{z-a} + \text{série infinie en } (z - a)$$

et des *points essentiels* si dans le développement précédent m est infini. La frontière contient un ensemble de points singuliers autres que des pôles. Ces points peuvent former une ligne sans courbure... A la notion des pôles

se rattache celle des résidus, si féconde pour le calcul des intégrales même réelles. A moins d'une certaine régularité dans la suite des coefficients de S_0, l'on sait aujourd'hui que le domaine d'existence de la fonction définie par S_0 est l'aire du cercle de convergence. M. Pringsheim avait entrevu ce résultat très frappant, mis nettement en évidence par MM. Hadamard, Borel et Fabry. La circonférence de convergence est, en général, une coupure.

L'on conçoit que l'étude des singularités d'une fonction, liée à la théorie des ensembles, soit extrêmement intéressante et importante.

En un point essentiel, Weierstrass a montré qu'une fonction s'approche, autant qu'on le veut, d'une valeur donnée et M. Picard a mis en évidence ce résultat très important et beaucoup plus précis : « La fonction prend rigoureusement une infinité de fois toute valeur assignée à l'avance, sauf peut-être deux certaines valeurs. »

Depuis quelque dix ans l'on s'est beaucoup occupé, en France surtout, de ces questions.

Remarquons que trouver un pôle d'une fonction c'est trouver une racine de la fonction inverse. Les racines d'une fonction analytique, comme celles d'un polynome, sont distribuées dans tout le plan : l'on devait donc, pour les fonctions analytiques comme pour l'étude des polynomes à une variable, entrer dans le domaine complexe. Ce sera la gloire de Cauchy de nous avoir hardiment introduits dans ce domaine.

Lorsqu'une fonction analytique admet pour domaine d'existence une aire autre que celle du cercle de convergence de l'élément donné, l'on peut dire que la fonction existe en des points où la série de puissances diverge. Ce fait remarquable a amené MM. Borel et Servant à étudier les cas où l'on pourrait parler de séries divergentes sommables. Ces deux géomètres ont obtenu dans cette voie des résultats très intéressants, M. Borel surtout qui est arrivé à définir, dans certains cas, une fonction véritable

donnée par un élément analytique dont le rayon de convergence est nul. M. Borel a retrouvé, par ses méthodes, un théorème que venait de découvrir M. Mittag-Leffler :

« Une fonction analytique peut être représentée dans tout son domaine d'existence, par une série de polynomes. »

Nous touchons ici à la question très intéressante, à peine ébauchée, de la représentation analytique des fonctions ayant des singularités données d'avance. MM. Runge et Painlevé ont donné sur ce point de beaux Mémoires, comme aussi M. Mittag-Leffler.

L'on voit quel ensemble de travaux a suscité la conception de Weierstrass. Son concept de *domaine d'existence* et de *frontière* a été étudié très avant. L'on doit à MM. Painlevé, Poincaré, Appell, des théorèmes qui montrent combien sont délicates ces considérations.

Mais tandis que Weierstrass excluait de son étude la frontière même du domaine, MM. Hadamard, Painlevé, Borel étudient les frontières ; M. Borel les franchit même et dans des espaces lacunaires, aires dont tous les points seraient singuliers d'après la définition de Weierstrass, il définit, dans certains cas, un prolongement de la fonction.

L'on voit le rôle immense de la série de Taylor dans la science actuelle.

Il y a cent ans, parmi les géomètres, les uns effrayés par certaines monstruosités auxquelles avait conduit l'emploi des séries divergentes, les voulaient proscrire. Cauchy et Abel hésitaient à trancher absolument.

Aujourd'hui l'on sait qu'il y en a de mauvaises et de bonnes.

D'ailleurs, dès 1886, MM. Stieltjes et Poincaré introduisaient en analyse les séries asymptotiques, dont les astronomes se servent hardiment. D'autre part, MM. Halphen, Laguerre, Stieltjes, Padé ,.. ont trans-

formé, en ces dernières années, des séries divergentes en des fractions continues convergentes.

Nous disions, à la fin des quelques réflexions consacrées à la théorie des nombres, les liens inattendus qui souvent, en mathématiques, réunissent deux ordres d'idées très différents.

M. Picard a précisément mis en évidence l'une de ces relations cachées, lorsqu'il a démontré ce théorème fondamental : « Si entre deux fonctions analytiques uniformes d'une variable, il existe une *certaine* relation algébrique, ces fonctions ne pourront avoir de point singulier essentiel isolé. »

Nous aurons à revenir sur cette *certaine* relation.

C'est par ce théorème que nous terminerons ces indications rapides sur les fonctions d'une variable complexe. Il va de soi que l'on définit aussi des fonctions de plusieurs variables complexes. M. Poincaré a consacré à la théorie des intégrales doubles complexes un Mémoire fondamental.

FONCTIONS SPÉCIALES

Fonctions entières. La fonction de Riemann

Une fonction entière est une fonction analytique dont l'élément S_0 converge dans tout le plan (quel que soit z). Weierstrass a rapproché les fonctions entières les plus générales de celles que l'on étudie dans les *Éléments* : savoir les polynomes, par ce magnifique théorème :

« Une fonction entière se décompose en un produit infini de facteurs primaires. »

M. Picard a indiqué un cas extrêmement important où la fonction entière ne saurait être autre qu'un polynome : c'est le cas où, a et b étant deux constantes quelconques,

chacune des équations $E(z) = a$, $E(z) = b$ aurait seulement un nombre limité de racines.

La démonstration de M. Picard repose sur une propriété de la fonction elliptique modulaire. M. Borel est parvenu à une démonstration plus directe et à une généralisation du beau théorème de M. Picard.

Laguerre a introduit la notion de *genre*. La distribution des zéros dépend du genre. Il en est de même de la croissance de la fonction, comme l'ont montré MM. Poincaré et Hadamard.

M. Borel a complété encore ces recherches en introduisant la notion d'*ordre*. Les fonctions entières jouent un grand rôle dans sa théorie des séries divergentes.

L'on rencontre de telles fonctions, en Arithmétique, dans la recherche du nombre des nombres premiers inférieurs à N. Partant de l'identité d'Euler :

$$\Sigma \frac{1}{n^s} = \Pi \frac{1}{\left(1 - \frac{1}{p^s}\right)}$$

(n est un entier quelconque et p un nombre premier quelconque), Riemann introduit les fonctions $\zeta(s)$ et $\xi(s)$. M. Hadamard a démontré le premier que la fonction entière $\xi(s)$, en tant que fonction de s^2, est de genre zéro. MM. von Mangoldt, Ch.-J. de la Vallée Poussin, ont aussi étudié ces fonctions et M. Jensen a annoncé récemment ce résultat : « Les racines de l'équation $\xi(s) = o$ sont réelles. »

Ce difficile problème d'arithmétique, dont Legendre et Dirichlet s'étaient occupés, n'a fait un premier, très réel, progrès qu'avec Riemann et son idée géniale de passer pour la variable s du domaine réel au domaine complexe.

Fonctions elliptiques. Intégrales elliptiques

Une fonction entière aura, en général, pour $z = \infty$ un point singulier essentiel, car une fonction uniforme sans

points singuliers essentiels, même à l'infini, est une fonction rationnelle.

Une fonction est dite *méromorphe* lorsque tous ses points singuliers à distance finie sont des pôles : une pareille fonction est forcément le quotient de deux fonctions entières.

Une fonction elliptique est une fonction méromorphe à deux périodes. Toute fonction elliptique est liée à sa dérivée par une relation algébrique.

La fonction elliptique s'introduit donc pour la résolution d'un problème de calcul intégral. L'ordre historique a été le suivant : Euler étudie certaines intégrales elliptiques, au XVIIIe siècle ; Legendre, à la fin du XVIIIe et au commencement du XIXe siècle, leur consacre de longues années de travail ; Abel, en 1826, par un trait de génie fait l'inversion de l'intégrale de première espèce :

$$u = \int_0^z \frac{dz}{\sqrt{1 - a^2x^2}\sqrt{1 + b^2x^2}},$$

c'est-à-dire qu'il regarde z comme fonction de u, et non plus u comme fonction de z. Posant $z = sn(u)$, il reconnaît que cette fonction est doublement périodique.

Peu après, Jacobi exprime sn et les deux autres fonctions elliptiques cn, dn, par des quotients de fonctions thêta (séries d'exponentielles).

Avec Jacobi, Hermite a pris une immense part à l'établissement de la théorie de ces fonctions (Gauss, de son côté, on le sait aujourd'hui, avait commencé aussi une théorie des fonctions elliptiques).

Beaucoup plus tard, Weierstrass a repris la question en prenant pour point de départ l'intégrale :

$$u = \int_\infty^z \frac{dz}{\sqrt{4z^3 - g_2z - g_3}}.$$

Par inversion, il obtient la fonction elliptique :

$$z = p(u).$$

L'on se garde de choisir entre les fonctions de Jacobi et d'Hermite d'une part, et celles de Weierstrass d'autre part : dans telle question les unes sont d'un emploi plus facile que les autres ; ailleurs, c'est le contraire.

L'étude de ces fonctions a infiniment servi au progrès de l'Analyse générale, et inversement les progrès de la théorie des fonctions permettent aujourd'hui d'établir de la façon la plus symétrique et la plus harmonieuse les théorèmes fondamentaux relatifs aux fonctions doublement périodiques. C'est ce qu'ont fait, par exemple, Hermite, MM. Briot et Bouquet. Cette théorie est, par un côté, une Trigonométrie d'ordre supérieur, qui donne la solution de questions nombreuses de calcul intégral : problème de Lamé, problème de M. Picard .... Il suffit, pour se rendre compte de l'utilité immense de cette théorie, de lire les trois beaux volumes de Halphen. D'ailleurs, les travaux d'Hermite et de Kronecker, ... de H. St. Smith, ceux de M. H. Weber, du P. Joubert, du P. de Séguier témoignent du lien très étroit qui relie ces fonctions aux plus belles questions d'algèbre et d'arithmétique, en particulier à la résolution des équations algébriques du cinquième degré.

Nous ne pouvons ici donner aucune idée de la richesse immense de la littérature des fonctions elliptiques. Il nous suffisait d'indiquer que le XIXe siècle a trouvé les rudiments d'une théorie dans de beaux travaux et qu'il lègue au XXe siècle une théorie très parfaite de ces fonctions, de leur *transformation*, de leur *multiplication complexe*, etc.

Fonctions abéliennes et fuchsiennes

Les fonctions elliptiques ont été, dans le demi-siècle qui finit, généralisées à deux points de vue différents.

L'on a étudié les fonctions de n variables, chaque variable ayant une paire de périodes : ce sont les fonctions abéliennes, provenant, comme les fonctions elliptiques, d'une inversion, et exprimables par un quotient de fonctions thêta (fonctions thêta généralisées à plusieurs variables). La théorie des fonctions abéliennes et des fonctions thêta les plus générales est aujourd'hui très avancée. Les premiers travaux sur ce sujet sont de Jacobi, Göpel, Rosenhain et Hermite. Weierstrass d'une part, Riemann d'autre part, ont présenté une théorie générale. Récemment M. Humbert a étudié la généralisation du grand problème relatif aux transcendantes elliptiques : la multiplication complexe. M. Appell a développé les fonctions abéliennes en séries trigonométriques. L'on doit citer, sur ces fonctions, les travaux de Clebsch et Gordan, Briot, MM. Wirtinger ..... Prym, Krazer...

Les transcendantes abéliennes servent à la représentation paramétrique des surfaces algébriques.

Les fonctions elliptiques donnent, d'ailleurs, la représentation paramétrique des courbes algébriques de genre un (il est bien connu que les courbes de genre zéro, *unicursales*, sont telles que les coordonnées soient fonctions rationnelles de t).

M. Poincaré a donné, il y a vingt ans, la représentation paramétrique des courbes algébriques de genre quelconque par les fonctions fuchsiennes.

Ces transcendantes auxquelles M. Poincaré a voulu donner le nom de M. Fuchs (géomètre allemand, auteur de remarquables et très nombreux travaux sur les équations différentielles) sont parfois appelées « automorphes ». Elles possèdent une sorte de périodicité qui est la suivante :

La fonction reste invariable par la substitution linéaire :

$$S = \left(z, \frac{az+b}{cz+d}\right), \left[\begin{matrix} a, b, c, d \text{ réels} \\ ad - bc = 1. \end{matrix}\right]$$

Les fonctions elliptiques, abéliennes, fuchsiennes, kleinéennes (ce sont celles où l'on peut, dans S, prendre a, b, c, d, complexes) jouent dans l'analyse actuelle un rôle fondamental. Les unes et les autres sont en relation étroite avec l'arithmétique et l'algèbre et avec la théorie des groupes.

Nous devons revenir ici sur le théorème de M. Picard relatif aux singularités des fonctions qui admettent, entre elles, une relation algébrique.

Nous disions : « une *certaine* relation ». C'est « relation de genre supérieur à un » qu'il faut dire. Le théorème de M. Picard montre que lorsqu'on veut faire une représentation paramétrique d'une courbe algébrique de genre supérieur à *un*, l'on ne peut certainement pas y arriver par des transcendantes plus simples que les fonctions fuchsiennes.

MM. Hermite, Hurwitz, Dedekind et Klein avaient étudié la fonction modulaire elliptique, cas particulier de la transcendante fuchsienne de M. Poincaré. M. Picard, par ses transcendantes hyperfuchsiennes et hyperabéliennes (fonctions de deux variables), a très remarquablement généralisé les transcendantes fuchsiennes.

Les séries hypergéométriques de deux variables, étudiées par M. Appell, fournissent des exemples de fonctions hyperfuchsiennes. L'étude de ces fonctions est liée à l'étude des groupes discontinus contenus dans le groupe :

$$\left(x,\ y\ ;\ \frac{a'x+b'y+c'}{ax+by+c},\ \frac{a''x+b''y+c''}{ax+by+c}\right).$$

Elle est liée aussi à l'étude arithmétique des formes algébriques non définies à trois variables.

Les travaux de MM. Picard et Humbert montrent le rôle que peuvent jouer ces fonctions dans l'étude des surfaces algébriques. Il est intéressant d'indiquer que, le premier, M. Humbert a donné un exemple effectif de surface hyperabélienne.

Fonctions algébriques d'une variable

Les transcendantes dont nous venons d'esquisser la physionomie nous ont fait côtoyer la théorie des fonctions algébriques à laquelle nous devons consacrer quelques instants, car cette théorie, née dans ce siècle, en est, peut-être, « la création la plus finie », comme l'a dit M. Humbert. Soit une courbe algébrique $f(x, y) = 0$ (I). Autour d'un point ordinaire $x = a$, l'on déduit de (I) une valeur de y.

$$y = \text{série de puissances de } (x-a) \text{ (II) ;}$$

y est dit *fonction algébrique* de x.

Mais il est des points critiques de la courbe (I) en lesquels l'on n'a plus un développement (II) *unique*.

Puiseux, dans un mémoire célèbre, a étudié les diverses déterminations de y en ces points.

Le plan de Cauchy, où se meut la variable x, n'est plus tel qu'à un point x corresponde un seul point y. Il appartenait à Riemann de faire mouvoir la variable x sur un *continuum* nouveau tel qu'à un point de ce continuum corresponde un seul point y.

Les diverses branches de y sont séparées par Riemann qui rend uniforme une fonction multiforme.

x se meut sur n feuillets, si la courbe (I) est de degré n. Ces feuillets plans sont superposés, mais la communication ne peut se faire de l'un à l'autre que suivant certaines lignes de passage, lignes qui réunissent deux points critiques.

Tous les théorèmes de Cauchy sur les fonctions analytiques uniformes s'appliqueront donc sur la surface de Riemann comme sur le plan simple de Cauchy. L'on a surtout étudié les fonctions rationnelles R (x, y) attachées à une courbe algébrique (I) : ce sont, au fond, des fonctions irrationnelles en x, puisque y est une irrationnelle en x. L'on a classé les intégrales de ces fonctions :

$$\int R(xy)\,dx$$

en intégrales abéliennes de 1e, de 2e, de 3e espèce. Et inversement une fonction rationnelle en x et y [y étant irrationnel en x défini par (I)] peut s'exprimer par des intégrales abéliennes de 1e et de 2e espèce.

Abel, dès 1826, avait donné un théorème fondamental relatif à ces intégrales. Le nombre de ces intégrales abéliennes de première espèce (ce sont celles qui restent toujours finies) est égal au genre p de la courbe (I). Ce nombre dépend du degré de la courbe, du nombre et de l'ordre de ses points singuliers. D'ailleurs, une fonction rationnelle $R(x, y)$ serait une constante si elle ne devenait infinie en aucun point x_0 [y étant toujours l'irrationnelle définie par (I)]. Il y a plus : cette fonction sera en x_0 infinie d'ordre $p + 1$, si x_0 est le seul pôle ; ou bien il y aura plusieurs pôles dont la somme des ordres sera $p + 1$.

Weierstrass, ne voulant pas abandonner le domaine de la pure Algèbre, tant que l'on s'y peut maintenir, définit ainsi le genre d'une fonction algébrique. Ce genre est invariant pour toute transformation birationnelle.

Par une telle transformation birationnelle de courbe à courbe l'on peut arriver à une courbe n'ayant comme singularités que des points doubles à tangentes séparées.

Par une transformation birationnelle de plan à plan (indépendante de $f(xy)$ dite « transformation Cremona », l'on peut obtenir une courbe à points multiples (d'ordre ≥ 2) dont les tangentes soient toutes distinctes (Théorème de M. Nöther). C'est sur l'une de ces formes simples que l'on fait l'étude générale des courbes de genre donné.

Signalons enfin que notre surface de Riemann a même connexité qu'une surface à p trous, et nous aurons donné ainsi une idée de tous les points de vue auxquels peut se placer le géomètre dans cette étude : point de vue algébrique ; point de vue de la géométrie des courbes ; point de vue transcendant ; enfin point de vue de

l'*Analysis situs*, ou de la géométrie de position : c'est cette géométrie où l'on considère comme équivalentes deux courbes fermées quelconques sans points doubles, telles qu'un cercle et une ellipse, où l'on étudie les *connexions* des surfaces où sont pratiqués des trous, des coupures, où l'on compte le nombre des chemins essentiellement différents entre deux points de la surface. L'*Analysis situs* est une théorie nouvelle, hérissée de difficultés dans les espaces à plus de trois dimensions, et à laquelle M. Poincaré vient de consacrer deux mémoires fondamentaux.

Fonctions algébriques de deux variables

De même que la courbe algébrique $f(x, y) = 0$ définit :

$$y = \text{fonction algébrique de } x,$$

de même la surface algébrique $f(x, y, z) = 0$ donne :

$$z = \text{fonction algébrique de } x \text{ et de } y.$$

MM. Clebsch et Nöther ont étudié les premiers les surfaces algébriques. De même que les courbes adjointes permettent d'obtenir les intégrales abéliennes de première espèce, de même les surfaces adjointes donnent les intégrales doubles de première espèce, c'est-à-dire les expressions :

$$\iint R(x, y, z)\, dxdy$$

restant finies sur la surface, c'est-à-dire z étant une certaine irrationnelle en x et y (R veut dire : fonction rationnelle). M. Nöther a, le premier, étudié ces intégrales doubles.

M. É. Picard, assez récemment, a introduit les intégrales

de seconde espèce qui deviennent infinies, sur la surface, comme :

$$\iint \left(\frac{\partial R}{\partial x} + \frac{\partial R'}{\partial y}\right) dx\, dy$$

et il a montré que leur nombre est limité comme celui des intégrales doubles de première espèce.

M. Picard a également étudié les intégrales de différentielles totales :

$$\int R(x, y, z)\, dx + R'(x, y, z)\, dy$$

et il a distingué des intégrales de 1e, de 2e et de 3e espèce.

Les beaux travaux de M. Picard sur les fonctions algébriques sont faits surtout au point de vue transcendant. Ceux de MM. Zeuthen, Brill, Nöther, Cayley, Castelnuovo, Enriques sont faits plutôt au point de vue de la géométrie analytique. M. Enriques a trouvé un nouvel invariant, le *bigenre*, et M. Castelnuovo a formulé les deux conditions très simples, nécessaires et suffisantes pour qu'une surface soit unicursale. M. Humbert a écrit sur les surfaces plusieurs mémoires fondamentaux dont l'un sur les surfaces hyperelliptiques dont le *genre géométrique* est 1 et le *genre numérique* — 1.

Ici, on le voit, il n'y a plus, comme pour les courbes, un seul invariant, le *genre*, il en est plusieurs. De même si, pour les courbes, une transformation biuniforme de courbe à courbe est forcément birationnelle, au contraire une transformation biuniforme de surface à surface peut très bien n'être pas birationnelle.

L'on aperçoit combien les difficultés se multiplient lorsqu'on passe des fonctions d'une variable complexe aux fonctions de deux variables complexes.

Il n'est plus ici de feuillets riemanniens et les considérations d'*Analysis situs*, dont MM. Picard et Simart font

usage dans leur beau Traité en cours de publication, sont extrêmement délicates.

Malgré de très grandes difficultés, cette théorie — nous espérons l'avoir montré — est déjà très avancée.

La théorie des fonctions algébriques est fondamentale pour l'étude de certaines classes d'équations différentielles.

ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES

Le problème de l'intégration d'une équation différentielle est le suivant :

Soit une relation donnée :

$$\varphi\left(x, y, \frac{dy}{dx}, \ldots\ldots \frac{d^n y}{dx^n}\right) = 0 : \qquad \text{(I)}$$

en peut-on déduire une relation équivalente :

$$y = f(x) ? \qquad \text{(II)}$$

Les géomètres du XVIIIe siècle avaient integré un grand nombre d'équations différentielles. Cauchy, devant l'extrême difficulté du problème général, a scindé la question et sous son influence l'on cherche d'abord des théorèmes d'existence, c'est-à-dire des conditions auxquelles φ doit satisfaire pour que l'on puisse avoir une véritable fonction y.

Après Cauchy, MM. Lipschitz et Picard ont donné des théorèmes d'existence sous des conditions plus larges.

Pour des formes particulières de φ, de très beaux travaux ont été écrits depuis quarante ans par Briot et Bouquet, MM. Poincaré et Picard, Bendixson et Horn...

M. Painlevé, dans ses Leçons de Stockholm, a fait une étude profonde des équations différentielles au point de vue fonctionnel. Sur l'équation (I) (et plus généralement sur un système d'équations à plusieurs fonctions inconnues

y, z,...) il se propose de reconnaître les singularités de l'intégrale, de savoir si elle est uniforme, algébrique...

Trouver cela, c'est d'ailleurs connaître suffisamment l'allure de l'intégrale cherchée, c'est, en somme, intégrer l'équation.

Pour les équations linéaires (y et ses dérivées n'entrent qu'au 1er degré), l'on trouve immédiatement les points singuliers de l'intégrale, et la forme de l'intégrale autour de ces points. Pour les équations du 1er ordre : MM. Fuchs, Poincaré, Darboux, Autonne, Thomé..., avaient précédé M. Painlevé par de mémorables travaux. Mais si l'on passe aux équations d'ordre supérieur à un, M. Picard avait montré, le premier, que les points singuliers essentiels de y peuvent varier avec les constantes arbitraires qu'introduit l'intégration. Au point de vue des notions essentielles de l'Analyse, il y a là un fait capital.

Ayant reconnu ce fait, M. Painlevé a déterminé récemment toutes les équations du 2e ordre à points critiques fixes, indépendants des constantes arbitraires, et il a entrepris la même recherche pour les équations du 3e ordre. Étudiant ainsi les équations différentielles au point de vue fonctionnel, M. Painlevé a découvert des *transcendantes nouvelles*, fort intéressantes, dont l'étude détaillée n'a pas encore été publiée.

Au point de vue de la recherche d'une intégration effective, nous devons signaler la méthode du multiplicateur de Jacobi et les méthodes de Sophus Lie, fondées sur la théorie des groupes continus. Il est à remarquer que la recherche d'un multiplicateur, telle qu'Euler la proposait au XVIIIe siècle c'est, au fond, la recherche d'une transformation infinitésimale de Lie ; l'on sait, d'ailleurs, combien les travaux de Lie ont mis d'unité, de cohésion, dans ces théories.

L'on a écrit, sur les seules équations linéaires, un nombre immense de mémoires. Nous ne pouvons ici donner

la moindre idée de ces travaux. Nous voulions seulement montrer le point de vue nouveau du XIXe siècle : Recherche *à priori* des conditions d'existence de l'intégrale ; recherche de ses qualités, pour ainsi dire. Enfin nous avons parlé de Lie, c'est dire les relations étroites entre les équations différentielles et les groupes.

Les travaux de Sophus Lie sur les groupes continus sont fort importants ; il en est de même des travaux de M. H. Poincaré sur ces groupes discontinus qu'il appelle *fuchsiens*, lesquels engendrent les fonctions fuchsiennes, que nous avons déjà rencontrées.

Les fonctions fuchsiennes donnent l'intégrale de toutes les équations linéaires à coefficients algébriques, c'est-à-dire des équations différentielles linéaires à coefficients irrationnels en x.

M. Picard a d'ailleurs étendu aux équations différentielles la théorie de Galois et ses travaux dans cette direction ont été poursuivis par MM. Vessiot et Drach.

Quelque considérables que soient les travaux de Lie sur les équations différentielles, l'on doit reconnaître que dans cet ordre d'idées, le véritable continuateur de Galois a été M. Picard.

Disons enfin que, sous l'influence des écrits de M. Poincaré, l'on a beaucoup étudié, ces dernières années, *au point de vue réel*, les équations différentielles, domaine immense, nous le répétons, et sur lequel nous ne pouvions indiquer qu'une très petite partie de ce qui a été fait.

ÉQUATIONS AUX DÉRIVÉES PARTIELLES

On peut dire qu'avec l'apparition dans la science du concept de *dérivée*, les équations différentielles s'introduisaient dans la science. Les équations aux dérivées partielles se sont présentées aussitôt après.

D'une relation :

$$\text{(I)} \quad \varphi\left(x, y, u, \frac{\partial u}{\partial x}, \frac{\partial u}{\partial y}, \ldots\ldots \frac{\partial^n u}{\partial x^\alpha \partial y^\beta} \ldots\ldots\right) = 0$$

il faut, si possible, tirer une relation :

$$\text{(II)} \qquad u = f(x, y).$$

Dès le début du XIXe siècle, Cauchy et Jacobi ont ramené aux équations différentielles les équations (I) du 1er ordre, celles où n'entrent que les dérivées premières de u. Pour le problème le plus général, Cauchy se proposa, encore ici, d'étudier, avant tout, les conditions d'existence de u. Son théorème fondamental est relatif aux fonctions φ analytiques :

On peut trouver un développement de u en série de x et de y, — u et ses dérivées premières ayant, sur une courbe gauche donnée, des valeurs données (on pourrait avoir n variables $x, y, \ldots z$).

Le théorème de Cauchy a été repris par Mme de Kowaleska et par M. Darboux. Dans sa thèse M. H. Poincaré a étudié les cas où le théorème devient inapplicable.

L'exemple très simple de l'équation

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x \, \partial y} = 0$$

dont l'intégrale est :

$$u = F(x) + G(y)$$

(F et G dénotant des fonctions arbitraires), montre assez quelle indétermination subsiste pour l'intégrale, l'équation étant donnée.

Au point de vue fonctionnel, dans le domaine complexe, l'on cherche, en général, à mettre en évidence tout cet arbitraire.

La littérature, ici encore, est d'une richesse infinie. Nous pouvons citer les ouvrages classiques d'Imchenetzky,

de M. Mansion et de M. Goursat, les travaux de Monge, Ampère, Laplace, MM. Moutard, Darboux, Mayer, Sophus Lie, von Weber, Riquier, Delassus, Beudon, ... Cosserat, König, Bäcklund, Hamburger, Sonine.

Nous retrouvons ici encore Lie avec ses transformations dites *de contact* qu'Ampère, au commencement du siècle, avait employées dans un cas particulier.

Les travaux de Lie ont des applications remarquables dans la théorie générale des surfaces.

Tandis que se développait la théorie analytique des équations aux dérivées partielles, les analystes qui avaient en vue plus spécialement la physique, Riemann lui-même, faisaient avancer la théorie de ces équations au point de vue réel avec des conditions aux limites. La plus célèbre des équations que l'on ait ainsi étudiées est l'équation de Laplace :

$$\text{(E)} \qquad \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0,$$

u ayant des valeurs données sur une courbe fermée du plan (xy). Cette étude, capitale en mécanique, en électricité, en thermique, porte le nom de « Problème de Dirichlet ». Les questions de ce genre sont d'une extrême importance. Le point de vue analytique ne permet aucune distinction entre l'équation (E) et l'équation (H).

$$\text{(H)} \qquad \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0.$$

Or, au point de vue réel ces équations, de type elliptique et hyperbolique, présentent les différences les plus essentielles, si nous prenons les équations plus générales, (E), (H), avec un second membre.

M. Picard les a complètement intégrées par sa belle méthode des approximations successives.

Pour les équations (E) on peut donner les valeurs de u *sur une courbe fermée* du plan.

Pour les équations (H) on peut donner u et l'une de

ses dérivées, mais seulement sur un certain *arc de courbe*. Les belles méthodes de Laplace, de M. Darboux, de M. Goursat permettent d'atteindre des catégories plus générales d'équations, mais non point d'obtenir des résultats *aussi précis*, *aussi achevés*.

Nous ne saurions oublier, dans cet ordre d'idées, les travaux de M. Schwartz, la célèbre méthode du balayage de M. Poincaré pour la résolution du problème de Dirichlet dans le plan ou dans l'espace, la thèse de M. le Roy sur les équations de la chaleur, les mémoires de M. Vito Volterra sur les équations de l'élasticité, les travaux de MM. Liapounoff, Horn, Steckloff, Harnack, ... Almansi, Bianchi.

Il se présente, pour les équations aux dérivées partielles, au point de vue *fonctionnel*, ou au point de vue *réel*, la même difficulté que pour les fonctions algébriques.

Les complications se multiplient lorsque l'on passe de deux variables à trois variables. Certaines lignes, dites « caractéristiques », jouent un rôle fondamental dans les équations aux dérivées partielles à deux variables indépendantes, rôle qui a été étudié par MM. Picard et Goursat.

Si l'on prend trois variables indépendantes, il résulte des travaux de M. Beudon, que la généralisation des caractéristiques entraîne les plus grosses difficultés.

En général, pour avoir des surfaces caractéristiques, il faut connaître une intégrale particulière de l'équation.

Après avoir insisté, comme l'a fait M. Picard, sur tout l'intérêt que présentent les équations aux dérivées partielles au point de vue réel, nous terminerons par quelques indications sur un beau travail de M. Drach. Remarquant que les transcendantes fondamentales de l'Analyse : $\log x$, e^x, $\sin x$, $p(x)$, [x étant réel ou complexe] vérifient des équations différentielles simples, M. Drach a voulu regarder ces équations comme étant essentiellement la définition des transcendantes, d'où une *classification* des transcen-

dantes. C'est dans ce mémoire que M. Drach oppose l'intégration logique à l'intégration géométrique.

C'est d'ailleurs l'extension, faite par M. Picard, des idées de Galois aux équations différentielles qui a été le point de départ de la thèse de M. Drach dans laquelle on retrouve intuitivement plusieurs des beaux résultats de Sophus Lie.

GÉOMÉTRIE

Les Grecs avaient résolu quelques belles questions d'Algèbre et d'Arithmétique, mais c'est surtout la Géométrie, qui, plusieurs centaines d'années avant notre ère était cultivée en Grèce, avec une merveilleuse perfection.

Nous n'avons pas ici à discuter sur le nombre et la nature des principes ou postulats de la Géométrie. C'est une étude de philosophie des sciences qui nous entraînerait trop loin.

Géométrie euclidienne

Les Grecs avaient étudié les polygones, le cercle, les coniques. On connaît les théorèmes célèbres de Pythagore, d'Apollonius...

On sait comment Pascal, tout jeune, parvint, grâce aux travaux de Desargues, au beau théorème sur l'Hexagone inscrit dans une conique. On sait aussi que Descartes et Fermat représentèrent, les premiers, les êtres géométriques par des équations algébriques.

A dire vrai, Descartes a suscité par là un grand progrès en Analyse plus qu'en Géométrie.

On peut dire que la Géométrie n'est redevenue indépendante qu'au commencement du XIXe siècle avec Poncelet, Gauss, von Staudt et Steiner.

Par quel moyen ?

Propriétés projectives. Transformations générales

Poncelet considère un être géométrique au point de vue projectif, c'est-à-dire qu'il regarde comme étant au fond les mêmes, dans leur essence, toutes les figures qui sont la perspective conique d'une figure.

Une perspective d'une figure, c'est une transformation particulière de cette figure. Il en est bien d'autres, qu'ont étudiées MM. Laguerre, Halphen, Darboux, Plücker, Cayley, Cremona...

Il appartenait à M. Lie d'étudier les transformations, en général, avec leurs groupes et leurs invariants. De cette théorie générale se tirent les plus belles applications géométriques.

M. Lie a transformé la « Géométrie des droites » de Plücker en sa « Géométrie des sphères ». A deux droites qui se coupent il fait correspondre deux sphères tangentes.

Une surface devient, pour Lie, l'ensemble de toutes les sphères qui la touchent, au lieu d'être un ensemble de points. La transformation d'un système de droites en un système de sphères fait correspondre à une surface une autre surface : les lignes de courbure de l'une correspondent aux lignes asymptotiques de l'autre.

Les éléments de l'espace, en apparence les plus différents, se transforment les uns en les autres et tout théorème nouveau, grâce aux transformations, a, pour ainsi dire, d'innombrables « échos » en des langues très diverses.

Coordonnées curvilignes

D'un être géométrique l'on déduit une infinité d'autres êtres avec des propriétés corrélatives. C'est là un grand horizon ouvert.

Mais il faut aussi que l'on puisse étudier à fond un être

géométrique donné. Gauss a donné pour cela un instrument incomparable : « la représentation paramétrique. »

Nous en avons vu des exemples, en étudiant les courbes et les surfaces algébriques. Soit, en général, une surface quelconque :

$$\text{(I)} \qquad F(x, y, z) = 0 ;$$

on considère son équation comme équivalente au système :

$$\text{(II)} \qquad \begin{cases} x = \varphi_1(u, v) \\ y = \varphi_2(u, v) \\ z = \varphi_3(u, v) \end{cases}$$

et l'on obtient, d'une manière très symétrique en u et v, les équations des lignes de courbure de la surface, des lignes asymptotiques, des lignes géodésiques, l'équation différentielle des systèmes conjugués.

Ces systèmes sont très importants. M. Kœnigs a donné, à leur sujet, un très beau théorème de pure géometrie et les résultats de ce genre montrent bien que le *géomètre proprement dit* ne saurait être un *pur analyste* et que la Géométrie est bien une science autonome dans l'ensemble des mathématiques.

Depuis le célèbre Mémoire de Gauss (1828), les coordonnées curvilignes ont été très employées et l'étude des surfaces a fait de très grands et d'immenses progrès.

Si l'on part, non plus du système II, mais de :

$$\text{(IV)} \qquad \begin{cases} x = \varphi_1(u, v, w) \\ y = \varphi_2(u, v, w) \\ z = \varphi_3(u, v, w) \end{cases}$$

l'on a, non plus une surface, mais une famille de surfaces :

$$\text{(III)} \qquad F_1(xyz) = u, \; F_2(xyz) = v, \; F_3(xyz) = w.$$

Cette famille est particulièrement et remarquablement intéressante, lorsque les surfaces F_1 F_2 F_3 se coupent à

angle droit, forment un « système orthogonal ». Les intersections sont lignes de courbure, comme l'a montré Dupin.

Les tableaux de M. Darboux sur les systèmes orthogonaux sont bien connus.

Il serait injuste de ne pas mentionner les belles formules de M. Codazzi relatives aux lignes tracées sur les surfaces, les formules de Frenet et d'Olinde Rodrigues, les théorèmes de J. Bertrand relatifs aux courbes gauches, les théorèmes de Laguerre, Weingarten, Ribaucour, relatifs à la *déformation* des surfaces...

Il nous est absolument impossible de donner une idée du progrès de la géométrie depuis qu'Euler au XVIIIe siècle aborda l'étude de la courbure, depuis que Monge écrivit ses « Applications de l'Analyse à la Géométrie ». Dans ce bel ouvrage l'Analyse aide la Géométrie, mais aussi la Géométrie aide l'Analyse. Il en est de même, pourrait-on dire, dans l'œuvre de Sophus Lie.

L'intuition géométrique est à la base de sa manière de concevoir l'intégrale d'une équation aux dérivées partielles. Elle montre sous un jour nouveau les notions de Lagrange : intégrale *générale*, *complète*, *singulière*. Elle permet de « voir » ces transformations de contact qui sont d'un si puissant secours pour l'intégration.

Lamarle, Ribaucour, MM. Darboux, Maurice Lévy,... ont fait, systématiquement et avec le plus grand bonheur, usage de notions *cinématiques* dans l'étude des courbes et des surfaces. L'on voit les relations intimes entre l'Analyse, la Géométrie et la Cinématique.

Un lien bien frappant a été mis en évidence par Weierstrass entre la théorie générale des fonctions et les surfaces minima, continuums de contour donné et dont l'aire est aussi petite que possible.

Cette théorie des surfaces minima, très importante en Physique, a été fort avant étudiée dans ce siècle comme la théorie des surfaces applicables sur une autre ou sur un plan.

Le cadre de cette étude ne nous permet d'entrer dans aucun détail sur les beaux travaux géométriques de ce siècle où se sont illustrés Gauss, Poncelet, Möbius, Steiner, Chasles, Hesse, Plücker, Grassmann, von Staudt, Lamé, Cayley, Ossian Bonnet, Bour, Laguerre, Ribaucour, MM. Beltrami et Codazzi, Darboux, Weierstrass et Schwartz, Weingarten...

Géométries non-euclidiennes

Nous n'avons pas, disions-nous, à nous occuper ici de philosophie scientifique. Mais les géométries indépendantes de l'axiome des parallèles ont une valeur réelle dans la pure science.

Bolyai et Lobatchefski, dès le début du XIXe siècle, ont édifié des géométries non-euclidiennes. Leur point de vue purement géométrique et élémentaire, celui d'Euclide, n'est pas le seul qui ait été adopté.

Cayley, M. Klein ..... ont envisagé les diverses géométries au point de vue projectif et ils ont tiré beaucoup de choses de cette conception si intéressante.

Riemann, Helmholtz, Lie, enfin, ont rattaché l'étude de l'espace à celle de certaines formes quadratiques de différentielles ..... M. H. Poincaré résume ce troisième point de vue en disant que notre conception mathématique de l'espace dérive de certaines expériences et intuitions relatives aux « groupes de mouvements » — la géométrie euclidienne et les géométries non-euclidiennes correspondant à des groupes *isomorphes*, c'est-à-dire images, dans une certaine mesure, les uns des autres.

Les géomètres, en ces matières, sont loin de s'entendre; mais, à nos yeux, les diverses géométries ont droit de cité dans la science pure et nous n'en dirons que cette preuve :

Le langage non-euclidien a été pour M. Poincaré un

auxiliaire précieux dans ses recherches célèbres sur les groupes fuchsiens.

Nous ne saurions abandonner ce terrain sans mentionner les travaux de MM. Beltrami, Veronèse, Hilbert, Calinon, Flye de Sainte-Marie, Delbœuf, Lechalas, Milhaud, Mansion, Couturat, Andrade, Tannery, Russell .... et nous n'aurons ainsi qu'effleuré à peine un sujet immense.

MÉCANIQUE

La Mécanique terrestre et céleste, la Physique ont été l'occasion de travaux importants de mathématiques pures touchant la Géométrie ou les équations différentielles et aux dérivées partielles.

C'est à ce seul point de vue mathématique que nous avons ici à parler de ces questions : nous le ferons très brièvement.

Lagrange, d'abord, a donné une forme très remarquable et symétrique aux équations du mouvement. M. Gilbert les a appliquées à l'étude des mouvements relatifs.

Poisson, Hamilton, Jacobi surtout, ont donné des transformations remarquables des équations du mouvement. Ce dernier a introduit, à ce sujet, la théorie du « dernier multiplicateur », que M. H. Poincaré a rattachée au concept très vaste d'*invariant intégral*. C'est précisément à l'occasion de ses travaux sur la stabilité du système solaire que M. Poincaré a introduit ces invariants, de même que ses travaux sur le problème des trois corps constituent un monument dans la théorie des équations différentielles.

D'autre part, la théorie des mouvements, non plus absolument généraux, mais autour d'un point fixe, a conduit Poinsot à une très belle représentation géométrique de ces mouvements par la *Polhodie* et l'*Herpolhodie*,

mais en commettant une erreur qui a été corrigée par M. de Sparre. Cette même question a été pour Mme Kovaleska la matière d'un très beau mémoire d'analyse.

L'ouvrage de Poinsot sur la Statique ne manque pas d'intérêt pour la Mathématique, en général, non plus d'ailleurs que l'œuvre astronomique des Laplace. Poisson, MM. Newcomb. Hill, Gulden, Böhlin, Tisserand, Radau, Lindstedt ... M. Lévy ... non plus que l'œuvre physique ou mécanique des Ampère, Poisson, Fresnel, Lamé, Poinsot, Maxwell, Hertz, lord Kelvin, Tait, von Helmholtz, Clausius, F. et C. Neumann, Boltzmann, Kirchhoff, Maurice Lévy, Lorentz, Cerruti, Betti, Beltrami, Boussinesq, Résal, Bjerkness, Duhem ... Mais ces œuvres sont avant tout mécaniques ou astronomiques ou physiques, c'est-à-dire *orientées autrement* que celles des purs analystes ou géomètres. Ce n'est donc pas ici le lieu d'en parler très longuement, non plus que des travaux philosophiques, sur ces matières, de MM. Hertz, Mach, du P. Carbonnelle, Boltzmann, Wiechert, Poincaré, Painlevé, Picard, du P. Leray, de MM. Duhem, le Roy .....

PROCÉDÉS DE CALCUL

L'analyste, le géomètre étudient « en soi » la structure intime d'un être mathématique, polynome, série, solution d'une équation ... courbe, surface ...

Mais on a *pratiquement* besoin de faire rapidement un calcul effectif, sur des données numériques proposées.

La « Nomographie » de M. d'Ocagne répond, de la manière la plus générale, à la question puisque, par elle, on sait représenter, par des tracés graphiques, des relations quelconques entre un nombre quelconque de variables.

La Géométrie descriptive de Monge, la Statique gra-

phique de Cullmann étaient des solutions particulières de la question.

On sait aussi les grands services que rendent les intégromètres d'Amsler, de Marcel Deprez, l'intégraphe d'Abdank-Abakanovicz ; on conçoit de quelle utilité pourront être les machines de M. Torrès, aptes à « fixer » matériellement une relation mathématique quelconque.

CONCLUSION

Nous avons terminé un exposé bien rapide de l'œuvre mathématique du XIXe siècle, résumé bien incomplet, nous l'avouons.

C'est ainsi que la place nous a manqué pour parler du *Calcul des Variations* fondé par Lagrange, l'une des bases de la physique mathématique — et du *Calcul des Probabilités*, avec la célèbre méthode des « moindres carrés » de Legendre et de Gauss, et les ouvrages classiques de Laplace, Joseph Bertrand.....

Nous craignons qu'un examen aussi rapide ne soit, par là-même, *très injuste* pour certaines œuvres.

Mais, disons-le, nous n'avons pas eu la prétention de « juger » et d'ailleurs on ne saurait porter un jugement définitif sur une œuvre et sur un homme avant qu'un assez grand intervalle de temps ait permis à cette œuvre d'en engendrer d'autres, durables comme elle.

L'œuvre *de ses disciples*, c'est une moitié de l'œuvre d'un *maître*.

Nous serions très heureux si, parmi de grandes lacunes, nous avions mis assez bien en lumière ce fait :

La plupart des grands progrès des Mathématiques, dans le siècle qui vient de finir, ont été dus à ce que, « après de longs et vains efforts pour ramener les grands problèmes à des problèmes plus simples, les géomètres se

sont enfin résignés à les étudier pour eux-mêmes » (1).

Le XIXe siècle lègue au XXe des richesses admirables.

Ces richesses se multiplieront tant qu'il y aura des hommes assez nobles pour rechercher les vérités idéales.

Mais aussi, quelles complications sont à prévoir s'il ne vient pas, de loin en loin, des génies prodigieux qui feront des *synthèses* d'une extrême puissance !

Encore ne donneront-ils pas, peut-être, la « simplicité », mais seulement « l'illusion de la simplicité » (2) !

Vte R. D'ADHÉMAR.

(1) Henri Poincaré.
(2) Émile Picard.

VARIÉTÉS

LA DÉCOUVERTE DU CARBURE DE CALCIUM

Pendant tout le cours de ce XIXe siècle qui vit éclore et se développer avec une rapidité si merveilleuse la chimie industrielle, c'est presque uniquement au charbon que l'un et l'autre monde ont emprunté la source de chaleur nécessaire pour mener à bonne fin un nombre prodigieux de découvertes ou en faire passer dans l'industrie les multiples applications.

Et cependant les appareils les plus savamment étudiés et les plus ingénieusement établis, comme le four Martin-Siemens pour ne citer qu'un des plus remarquables, s'ils permettaient d'atteindre des températures de 1500 à 1550 degrés, n'avaient jamais fourni les moyens d'aller au delà. Les investigations des savants, aussi bien que les tâtonnements des industriels, étaient toujours arrêtés dans leur marche en avant par cette limite réputée infranchissable. Plusieurs sans doute avaient déjà dans le secret de leur laboratoire, par une heureuse association de l'oxygène et de l'hydrogène, obtenu du chalumeau 1775 et même 2000 degrés, mais il ne leur avait pas été possible de transporter sur le terrain de l'industrie des procédés dont seuls quelques privilégiés pouvaient jouir.

Il était réservé aux électriciens de résoudre le problème. Lorsque le courant électrique rencontre sur sa route ce que l'on est convenu d'appeler une résistance, il se transforme aussitôt en source de chaleur et porte l'obstacle contre lequel il se heurte à des températures longtemps insoupçonnées. C'est ainsi qu'un fil de platine placé sur le trajet du courant rougit et fond presque aussitôt. Si la résistance est gazeuse, elle fait jaillir sous forme d'arc lumineux un foyer dont le pouvoir calorifique est des plus élevés.

Des hommes de génie entrevirent bientôt de quelle utilité

pouvait être à la science la constatation de ce phénomène : Davy, Siemens, Cowles et plusieurs autres songèrent à solliciter des courants électriques ce qu'aucune source de chaleur n'avait encore pu fournir; néanmoins nul d'entre eux n'eut l'idée de séparer dans un appareil dûment conçu la puissance calorifique de l'arc et l'action électrolytique du courant ; mais la voie était ouverte, et déjà de hardis industriels y entraient d'un pas résolu.

Sur ces entrefaites, un homme dont il est devenu banal d'exalter les découvertes, tant elles sont nombreuses et importantes, M. Henri Moissan, poursuivait sur le four électrique ces travaux remarquables qui allaient du jour au lendemain révolutionner l'industrie moderne (1). Il imagina, avec le concours de M. Violle, ce petit appareil si commun aujourd'hui dans les laboratoires et qui porte le nom de " four Moissan„. Dans ce nouveau modèle de four, non seulement l'action électrolytique ne se confond pas avec l'action calorifique, mais les pertes de chaleur par rayonnement et par conductibilité sont réduites à leur minimum. Emprisonné en effet dans les substances les plus réfractaires, l'arc électrique développe toute sa chaleur et permet, sous 1200 ampères et 80 volts, d'atteindre des températures supérieures à 3500 degrés. Dès lors les plus prodigieux résultats sont couramment obtenus, et l'imagination elle-même se trouve en retard cette fois sur la réalité des faits. C'est ainsi qu'on voit la silice volatilisée s'échapper en vapeur du four et se condenser sur une paroi froide ; la chaux devenue liquide couler comme de l'eau et se prendre en cristaux d'une parfaite pureté ; l'alumine et la magnésie cristalliser par fusion ; le chrome, le manganèse, le molybdène, le tungstène, l'uranium, le vanadium, le zirconium, le titane, fondre au contact du charbon, et se déprendre, souvent en masses énormes, d'oxydes hier encore réputés irréductibles.

Mais le charbon ne se comporte pas exclusivement comme réducteur ; il donne aussi au four électrique, avec un grand nombre de métaux, des combinaisons cristallisées, notamment ces carbures métalliques dont le nombre s'accroît tous les jours, et dont les propriétés deviennent à mesure qu'elles sont connues, la source d'applications industrielles souvent merveilleuses.

Les recherches de M. Moissan ont permis d'établir une double

(1) M. Henri Moissan, membre de l'Institut, a fait à la Sorbonne, en mars 1900, une conférence magistrale sur le *Four électrique*. On peut en lire l'analyse dans la REVUE GÉNÉRALE DE CHIMIE PURE ET APPLIQUÉE, t. II, pp. 255-256. Les lignes que nous écrivons n'en sont que le pâle reflet.

catégorie de carbures. Si plusieurs chimistes de renom, MM. Maquenne, Troost, Hautefeuille et Lebeau par exemple, ont pour leur part contribué à l'étude de ces composés, c'est à M. Moissan que revient l'honneur d'en avoir le premier obtenu le plus grand nombre. Il a réduit les oxydes métalliques les plus réfractaires et produit les carbures à un état de pureté avant lui inconnu.

Les carbures métalliques peuvent chimiquement se distinguer les uns des autres par la façon dont ils se comportent en présence de l'eau. Les uns plus stables ne la décomposent pas en ses éléments ; les autres forment avec elle des hydrocarbures gazeux, liquides ou solides.

Dans la première catégorie viennent se ranger les carbures de chrome, de tungstène, de vanadium, etc.

La deuxième embrasse à la fois les carbures de lithium, de strontium, de baryum et de calcium qui dégagent de l'acétylène pur ; les carbures de glucinium et d'aluminium qui donnent du formène pur ; les carbures de cérium, de lanthane, d'yttrium et de thorium qui produisent, les deux premiers un mélange gazeux composé de formène, d'éthylène et d'acétylène, les deux autres du formène, de l'éthylène, de l'acétylène et de l'hydrogène ; le carbure de manganèse dont la réaction avec l'eau engendre un volume égal de formène et d'hydrogène ; enfin les carbures d'uranium, de samarium, de néodyme et de praséodyme qui se décomposent en formant des hydrocarbures liquides et solides (1), et en outre des produits gazeux, du formène, de l'éthylène et de l'hydrogène pour l'uranium ; pour les autres, de l'acétylène et des carbures éthyléniques et forméniques (2).

En même temps que prennent naissance ces hydrocarbures, l'oxygène de l'eau se combine au métal et devient ainsi l'origine de composés nettement définis tels que la chaux, la baryte, la strontiane, etc...

Par ces réactions dont nous ne pouvions jusqu'à ces dernières années soupçonner ni la violence ni l'étendue, s'expliqueront plus aisément, il y a tout lieu de le croire, plusieurs phénomènes géologiques encore très obscurs. De ce nombre est la formation des pétroles, dont la synthèse vient d'être faite récemment au labo-

(1) Les carbures de cérium et de lanthane jouissent aussi, mais à un degré inférieur, de la même propriété.

(2) Comptes Rendus de l'Académie des sciences, t. CXXII, p. 1462 (1896), t. CXXXI, pp. 595 et 924 (1900).

Revue générale de Chimie pure et appliquée, t. II, p. 256.

ratoire par MM. Paul Sabatier et Senderens (1). Il est en effet à présumer que lors de la constitution de la croûte terrestre, une grande partie tout au moins du carbone gazeux de l'atmosphère se fixa dans le sol à l'état de carbures métalliques. Qu'à la suite de ruptures dans la partie solide de l'écorce ou de phénomènes physiques souvent complexes, l'eau soit portée au contact de ces corps, il se produira vraisemblablement, non pas seulement des dégagements de gaz susceptibles de provoquer des éruptions de volcans, mais aussi des polymérisations de nature à engendrer des carbures pétroliques. Ainsi s'expliqueraient ces nappes immenses d'hydrocarbures liquides que la Providence tient en réserve dans les cavités du sol pour l'usage de l'humanité, réserves difficiles à tarir, car selon toute probabilité, les couches profondes de notre globe renferment encore d'inépuisables provisions de carbures métalliques cristallisés à l'aurore des temps et qui n'attendent que le contact de l'eau pour donner naissance à des flots de pétrole.

De tous ces carbures métalliques celui dont la découverte a eu le plus grand retentissement et a suscité les plus vives polémiques est sans contredit le carbure de calcium. La raison de ce fait n'échappera à personne si l'on considère que d'une part cette découverte, comme la plupart des inventions scientifiques n'a pas été faite d'un seul bloc, mais dès longtemps préparée par de multiples travaux, et que de l'autre la révolution qu'elle a apportée dans l'éclairage a des conséquences économiques dont il est désormais impossible de se dissimuler la portée.

Au cours d'un article précédemment publié dans les Études nous avions émis sur cette question un avis qui nous paraissait suffisamment motivé par les documents que nous avions entre les mains (2). Depuis cette époque des pièces nouvelles ont été produites au cours de procès retentissants. Peut-être paraîtront-elles suffisantes pour modifier l'opinion qu'on a pu se former à ce sujet, d'après les arguments apportés par nous. Nous n'hésiterons pas à les résumer ici, et à reprendre un travail dont le premier mérite doit être la loyauté la plus entière.

C'est en 1839 que le mot *carbure de calcium* se rencontre pour la première fois sous la plume d'un chimiste. Encore y

(1) Paul Sabatier, *Rapport présenté au IIIe Congrès international de l'acétylène*, le 22 septembre 1900.

(2) Édouard Capelle, *L'éclairage à l'acétylène*, pp. 11-13. — Études, t. LXXII, p. 743.

vient-il un peu à l'aventure, à la suite d'une expérience que des données très imparfaites ne nous permettent pas de considérer comme absolument concluante. Telle est du moins l'opinion de savants et d'experts appelés à émettre leur avis dans le courant du dernier procès engagé en France contre la Société des carbures métalliques.

C'est ainsi que M. Verneuil, docteur ès- sciences, après avoir cité de larges extraits d'une communication faite, le 15 mars 1839, à l'" American philosophical Society „ par le professeur Hare, la juge en ces termes : " Il est inutile de citer plus amplement ce mémoire pour reconnaître que les corps obtenus par Hare n'ont aucun rapport avec le carbure de calcium (1). „

M. Bertrand, chef de service à l'Institut Pasteur, n'est pas moins explicite : " D'après ce mode de préparation (expériences de Hare), dit-il, et ce que nous savons aujourd'hui, ces carbures pourraient bien être pris tout d'abord pour du carbure de calcium. Cela ne serait cependant pas exact. „ Et il le prouve par le texte même du procès-verbal que nous reproduirons tout à l'heure (2).

MM. de Parville, L'Hôte et Street confirment par leur propre sentiment cette manière de voir. Chargés de l'expertise par jugement du tribunal civil de la Seine, le 12 décembre 1898, ils s'expriment ainsi dans leur rapport : " Le produit obtenu par Hare ne pouvait être du carbure de calcium cristallisé, ni même du carbure de calcium. „ Et ils apportent à l'appui de leur dire les paroles mêmes du chimiste américain (3).

Le professeur allemand M. G. von Knorre est disposé à admettre que Hare a obtenu accidentellement, par voie électrothermique, des produits qui contenaient peut-être des traces de carbure de calcium ; mais il nie que, même cette concession faite, on puisse en aucun cas baser sur les vagues indications qu'il a énoncées une fabrication industrielle de carbure (4).

(1) *Fabrication du carbure de calcium cristallisé* CaC^2. *Opinion de M. A. Verneuil, docteur ès- sciences.* Mémoire autographié, communiqué par M. L. Bullier, p. 2.

(2) *Fabrication du carbure de calcium cristallisé* CaC^2. *Opinion de M. G. Bertrand, chimiste, chef de service à l'Institut Pasteur.* Mémoire autographié, communiqué par M. L. Bullier, p. 2.

(3) *Rapport d'experts.* Tribunal civil de la Seine, 3e Chambre, jugement du 12 décembre 1898.

(4) *Rapport de M. G. von Knorre, professeur à l'École supérieure technique de Charlottenbourg,* dans la Revue générale de Chimie pure et appliquée, t. IV, p. 128.

Les fabricants de carbure de calcium sont pour la plupart, il n'est nullement besoin de le dire, d'une opinion diamétralement opposée. Quelques savants ou ingénieurs qui paraissent désintéressés dans la question se rangent à leur avis : mais ils sont en petit nombre et font, pour la plupart, de telles réserves que leur adhésion est bien incomplète. C'est ainsi que M. le professeur Vivian B. Lewes s'explique dans son traité *Acétylène* : " Il n'est pas douteux que non seulement Hare obtint du carbure de calcium par voie de fusion électrique, mais encore qu'il décomposa ce produit avec dégagement d'acétylène, sans avoir cependant une idée bien nette du corps traité et des réactions qui s'opéraient. „ Et M. Robert Pitaval conclut dans la communication si documentée qu'il fit au troisième Congrès international de l'acétylène : " C'est donc Hare qui le premier découvre le carbure de calcium vers 1840 „ (1).

Il est temps de mettre sous les yeux du lecteur le texte authentique du procès-verbal de l'" American philosophical Society „, tel qu'il a été communiqué à l'Académie des sciences, dans la séance du 17 février 1840. On nous pardonnera si, en raison de son importance, nous le reproduisons *in extenso*, du moins dans la partie qui concerne le carbure de calcium :

" Dans la séance du 15 mars 1839, M. Hare a annoncé verbalement à la Société qu'il avait obtenu de brillantes paillettes métalliques de calcium. Il a fait usage pour arriver à ce résultat de la déflagration du phosphure de calcium dans une atmosphère d'hydrogène; puis de l'exposition d'un iodure de calcium anhydre à un courant d'hydrogène (avec un déflagrateur de 100 paires de plaques et de 15 pouces sur 8 de large) ou d'ammoniaque dans un tube incandescent : de l'ignition de la terre pure ou de son carbonate ou de son nitrate avec du sucre, ou enfin d'un tartrate et d'un acétate. Il en est résulté des carbures qui après avoir été lavés à l'acide acétique et frottés sur un fragment de biscuit de porcelaine, ont acquis l'aspect de la plombagine avec des parcelles d'un éclat qui rivalisait avec celui des métaux parfaits. Les carbures ou les paillettes ainsi obtenus sont insolubles dans les acides acétique ou chlorhydrique, mais cèdent à l'eau régale. Ces carbures sont d'excellents conducteurs du fluide voltaïque développé par une série de 100 paires ; et par la déflagration dans un récipient rempli d'hydrogène, ils donnent des par-

(1) *Communication faite au IIIe Congrès international de l'acétylène*, septembre 1900, par M. Robert Pitaval.

ticules métalliques qui frottées sur le biscuit de porcelaine présentent des paillettes jouissant de l'éclat métallique... „

Après avoir signalé d'autres expériences sur des corps étrangers au carbure de calcium, l'auteur reprend :

“ On s'est assuré que les paillettes obtenues avec la chaux étaient bien du calcium, en les faisant dissoudre dans l'eau régale, et en ajoutant ensuite de l'ammoniaque, puis de l'acide oxalique. L'acide sulfhydrique produisait une légère décoloration sans donner de précipité.

„ Il était évident que les substances résultant de l'ignition du carbonate avec le sucre, lavées à l'acide acétique, renfermaient du calcium combiné avec du charbon, puisqu'elles étaient insolubles dans les acides acétique et chlorhydrique, et parce qu'elles déposaient du charbon et donnaient un précipité d'oxalate de chaux, quand on les traitait par l'eau régale, l'ammoniaque et l'acide oxalique, et enfin par leur éclat métallique, quand on les brunissait, et la propriété dont elles jouissaient d'être excellents conducteurs du fluide voltaïque. „

Il ajoute un peu plus loin :

“ En brûlant avec intensité du *carbure de calcium* obtenu avec du carbonate et du sucre, avec un poids égal de tannogallate de fer sec, la combinaison devint tellement magnétique que chacune des diverses parties fut transférée d'un vase dans un autre au moyen d'un aimant. „

Dans une séance ultérieure, celle du 17 mai, Hare fait connaître le résultat de nouvelles recherches sur le même sujet :

“ En mettant en ignition un équivalent de chaux avec un équivalent et demi de cyanide de mercure cristallisé, dans des expériences successives, il a obtenu des résidus ou masses successives qui, à une légère fraction près, présentaient le poids qui aurait résulté de l'union d'un équivalent de calcium avec un équivalent de cyanogène. Une fraction du composé ainsi obtenu fut placée entre des électrodes de charbon, dont le morceau inférieur fut légèrement excavé pour la recevoir et le supérieur taillé pour entrer dans cette excavation. Les électrodes soutenues par des verges en cuivre passant par des boîtes à étoupes furent suspendues dans un récipient en verre dont les bords usés à l'émeri le rendaient propre à être placé sur le plateau d'une machine pneumatique. Ce récipient ayant donc ainsi été privé de l'air qu'il contenait, les électrodes se sont trouvées placées dans le vide ou dans une atmosphère d'hydrogène, si on le jugeait convenable. L'électrode inférieure formait la

cathode, la supérieure l'anode de 200 paires de plaques dont chacune comprenait 100 pouces carrés de surface de zinc. Dans ces circonstances, quand le circuit était complet, en versant la quantité d'acide nécessaire sur les plaques, il s'ensuivait une ignition des plus intenses. Le composé supposé de cyanogène paraît être un excellent conducteur, et rien ne pouvait égaler l'éclat de la lumière pourpre qui se dégageait pendant cette déflagration. Elle était beaucoup trop vive pour être regardée même pendant un moment très court par un œil non protégé par des verres fortement colorés. Après qu'on eut jugé que le composé avait suffisamment déflagré, et qu'on eut donné le temps de refroidir, en soulevant le récipient on trouva sur le charbon des masses qui avaient une apparence métallique et qui, quand on les humectait, produisaient un effluve dont l'odeur était semblable à celle qu'on avait observée dans les mêmes circonstances pour le siliciure de potassium.

„ Des résultats semblables ont été obtenus par la déflagration, de la même manière, d'un composé qu'on s'est procuré en faisant passer du cyanogène sur de la chaux vive contenue dans un tube de porcelaine chauffé jusqu'au blanc... (1) „

Hare mentionne après cela la fusion du charbon en gouttelettes, la formation de graphite insoluble dans l'acide chlorhydrique, etc.

Le récit détaillé de ces expériences renferme, on a pu en juger, des assertions si contradictoires qu'il est utile de les signaler.

Dans sa communication du 15 mars 1839, Hare fait mention de carbures et paillettes " insolubles dans les acides acétique et chlorhydrique „ et " excellents conducteurs du fluide voltaïque „. Or il se trouve que ni l'un ni l'autre de ces deux caractères ne convient au carbure de calcium : ce dernier est en effet décomposable par les acides ; de plus, autant à une température élevée et à l'état liquide il est bon conducteur de l'électricité, autant il est mauvais conducteur à l'état solide et quand il est refroidi.

Si nous considérons maintenant les termes dont Hare s'est servi dans sa seconde communication, le 17 mars, il nous sera difficile d'arriver à une conclusion différente de celle que nous venons d'énoncer : " En soulevant le récipient, dit-il, on trouva sur le charbon des masses qui avaient une apparence métallique et qui, quand on les humectait, produisaient un effluve dont

(1) Proceedings of the philosophical Society, dans l'Institut, nº 350, pp. 310-312.

l'odeur était semblable à celle qu'on avait observée dans les mêmes circonstances pour le siliciure de potassium. „

Remarquons d'abord que l'odeur dégagée lors de la décomposition du siliciure de potassium par l'eau ne peut être attribuée qu'à la production d'hydrogène silicié. Or, quoique bon nombre d'auteurs prêtent à l'hydrogène silicié une odeur désagréable, cette odeur est, sinon exclusivement, du moins en majeure partie, due aux impuretés qu'il contient, par exemple aux phosphure et sulfure d'hydrogène. Cette observation a son importance dans la discussion qui nous occupe. En effet, lorsque Hare obtint dans sa deuxième expérience ce qu'il crut être du carbure de calcium, il employa un corps résultant de " l'ignition d'un équivalent de chaux avec un équivalent et demi de cyanide de mercure „, et plaça " le composé ainsi obtenu entre deux électrodes de charbon, dont le morceau inférieur fut légèrement excavé pour le recevoir et le supérieur taillé pour entrer dans cette excavation „. Ce sont les propres expressions de l'auteur. Par conséquent, de deux choses l'une : ou la chaux et le charbon dont il s'agit ici étaient chimiquement purs, ce qui n'est pas probable, et alors le carbure de calcium, s'il s'était formé, n'aurait pas offert l'odeur désagréable dégagée dans l'attaque du siliciure de potassium par l'eau (et la même remarque s'applique au cyanogène dont le carbone aurait concouru à la réaction) ; ou les matières premières étaient impures, et dans ce cas, l'odeur qui se trahissait pouvait vraisemblablement être imputée à des composés sulfurés ou phosphorés provenant soit du soufre dont les charbons naturels sont rarement exempts, soit des traces de sulfate ou de phosphate de calcium que renferment la plupart des chaux.

Sous l'action d'un feu violent, à plus forte raison dans l'arc électrique, et bien avant la formation possible de carbure calcique, il devait apparaître du protosulfure de calcium qui, insuffisamment refroidi au moment où Hare l'humecta, pouvait donner lieu, si la température était très élevée, à un dédoublement du corps en hydrate et en sulfhydrate de calcium, ou si l'eau était assez abondante et le composé très chaud, à un dégagement d'hydrogène sulfuré, ou enfin, à plus basse température, à un polysulfure de calcium, et, dans chacun de ces trois cas, présenter l'odeur signalée par le chimiste américain.

Dans le cas d'impuretés phosphorées, il pouvait tout aussi bien se former, dans l'arc, du phosphure que du carbure de calcium, puisque d'après les expériences de M. Moissan, cette

réaction s'obtient au four électrique dans des conditions où malgré la mise en présence du charbon et du phosphate tricalcique, il ne se combine que du calcium et du phosphore. On conçoit alors que la masse obtenue renfermant du phosphure de calcium dégageât au contact de l'eau une odeur analogue à celle qui provient de l'hydrogène silicié impur. Enfin, il ne faut pas l'oublier, Hare ne donne aucun détail sur le gaz produit ; il se contente de le désigner comme un effluve d'odeur désagréable.

Dans ces conditions, il nous paraît difficile d'y reconnaître, avec de sérieuses probabilités, du gaz acétylène, et par suite de donner au composé d'où il émanait le nom de carbure de calcium.

De 1840 à 1861 le mot " carbure de calcium „ ne reparaît plus dans les recueils scientifiques.

En 1862 est publiée dans les Annalen der Chemie und Pharmacie, par le chimiste allemand Woelher, une note qui n'a pas de retentissement, mais qui revêt pour la science un intérêt de premier ordre. Sous le titre : " Formation de l'acétylène par le carbure de calcium „, Woelher rend compte du résultat qu'il a obtenu en faisant chauffer, en présence du charbon, l'alliage de zinc et de calcium connu sous le nom d'alliage de Caron. Le composé formé est *un* carbure de calcium, décomposable par l'eau en hydrate de chaux et gaz acétylène (1). Woehler reconnaît la nature de ce gaz à sa combustion fuligineuse, sa réaction violente sur le chlore, et sa propriété de former avec l'argent un acétylure explosif, tous caractères que M. Berthelot venait de faire connaître quelques mois auparavant. Le grand chimiste allemand nous avertit du reste lui-même qu'il n'a fait du gaz signalé aucune analyse. Le carbure n'a pas été analysé non plus : de son aspect, de sa structure, de son rendement en gaz, de ses autres propriétés physiques et chimiques rien n'est indiqué. Tout porte donc à croire que Woehler, comme plusieurs autres après lui, avait obtenu un carbure amorphe, fritté, non défini, mélange complexe dans lequel la réaction avec l'eau a seule permis de déceler la présence du carbure.

C'est sur les données fournies par Woehler que se basa Beilstein (2), lorsqu'en 1881, il admit, dans la première édition de son Traité de chimie, l'existence d'un carbure de calcium ayant

(1) " Bei sehr hoher Temperatur kann aus der von Caron dargestellten Legirung von Zinck und Calcium in Berührung mit Kohlen ein Kohlenstoffcalcium hervorgebracht werden. „ Annalen der Chemie und Pharmacie, t. CXXIV, p. 220.

(2) *Lehrbuch der Chemie*, 1re édition, 1881, p. 337.

pour formule C^2Ca, en partant de ce fait que le calcium étant considéré comme bivalent devait conduire à l'équation suivante :

$$CaC^2 + 2\,H^2O = Ca\,(OH)^2 + C^2H^2.$$

C'était là un procédé empirique et qui pouvant engendrer une erreur se trouva par hasard conforme à la réalité : mais il ne devait pas nécessairement en arriver ainsi. Car, comme le fait très justement observer M. Maquenne, professeur au Muséum, " un pareil raisonnement fondé sur le seul examen qualitatif des produits de décomposition du carbure de calcium ne pouvait conduire qu'à des probabilités discutables, et ces probabilités étaient ici d'autant plus douteuses que l'on ne savait pas si l'acétylène était le seul produit volatil de la réaction.

„ Si cet hydrocarbure était accompagné de quelque autre gaz non reconnu par Woehler, la formule de Beilstein serait nécessairement fautive, comme le deviendrait celle du carbure de manganèse de MM. Troost et Hautefeuille, si l'on se basait pour l'établir, sur le seul dégagement de gaz méthane que donne ce corps au contact de l'eau.

„ On serait, en effet, conduit dans ce cas à l'équation :

$$Mn^2C + 4H^2O = 2Mn\,(OH)^2 + CH^4,$$

d'où il résulterait que le carbure de manganèse a pour composition Mn^2C, alors que son analyse conduit à la formule Mn^3C.

„ L'erreur tient à ce que le méthane est mélangé normalement avec un volume égal d'hydrogène dont on a négligé la présence; si, au contraire, on en tient compte, on tombe sur l'équation :

$$Mn^3C + 6H^2O = 3Mn\,(OH)^2 + CH^4 + 2H.$$

qui naturellement est exacte.

„ Ce seul exemple montre bien, ce me semble, l'importance des erreurs que l'on peut commettre, en cherchant à déduire une formule de données analytiques incomplètes, comme l'étaient celles de Woehler (1). „

Beilstein n'eut donc du carbure de calcium qu'une connaissance théorique due à une sorte d'intuition.

La formule établie par lui ne hâta du reste en aucune sorte une découverte à laquelle personne n'attachait encore de prix.

(1) *Fabrication du carbure de calcium cristallisé de formule CaC^2. Opinion de M. L. Maquenne, professeur au Muséum.* Mémoire autographié, communiqué par M. L. M. Bullier, p. 4.

Pendant les années qui suivirent, une véritable révolution s'opéra, aussi bien dans les laboratoires que dans l'industrie, par la mise en usage des fours électriques. Ils apparurent pour la première fois, en 1881, à l'Exposition universelle de Londres, et ne tardèrent pas à entrer définitivement en service, comme nous le dirons plus loin. Si, dans ces fours, les deux parties essentiellement constitutives du carbure de calcium se trouvaient un jour en présence, il devait fatalement arriver que la réaction s'opérât et fût remarquée. Aussi ne sommes-nous pas étonnés de lire dans l'ouvrage de M. Vivian B. Lewes que, dès 1886 et 1887, les ouvriers employés aux fours Cowles s'amusaient, aux heures des repas, à jeter de l'eau sur les scories retirées des fours (1) et à enflammer le gaz qui s'en dégageait. Mais il entrait dans la destinée du carbure de calcium de n'être découvert par personne, avant qu'on en soupçonnât l'utilité, et de l'avoir été par tout le monde, le jour où il eut donné naissance à une industrie d'une inappréciable valeur.

Un peu avant l'année 1886, l'américain Sterry Hunt avait fait paraître dans les Transactions de l'Institut des ingénieurs des mines un travail sur la réduction au four électrique des oxydes des métaux alcalins et de quelques autres (2).

En 1891, Borchers fait un pas de plus, il annonce dans son *Traité d'électro-métallurgie* que tous les oxydes sont susceptibles d'être électriquement réduits par le carbone. Mais ce n'est là qu'une simple prévision sans portée scientifique, et le chimiste allemand en conviendra plus tard avec une grande loyauté. Au cours du procès fameux engagé contre M. Bullier par les Sociétés " Holzindustrie Lechbruck „ d'Augsbourg, "R. Weichsel et Cie „ de Magdebourg, " Deutsche Gold und Silber Scheideanstalt „ de Francfort-sur-le-Mein, il dira lui-même :

" J'ai à déclarer ce qui suit en ce qui concerne mes propres publications :

„ Dans la première édition de mon *Électro-Métallurgie* qui a paru en 1891, j'ai décrit un procédé et un appareil pour réduire au moyen du carbone chauffé électriquement, chacun des oxydes métalliques considérés jusque-là comme irréductibles.

„ J'ai mentionné que, dans les expériences faites en vue de la réduction directe de l'oxyde d'aluminium au moyen de ce pro-

(1) Vivian B. Lewes, *Acétylène*, p. 15.
(2) Trans. amer. inst. min. eng., t. XIV, 492.

cédé, on aurait obtenu un aluminium renfermant une forte proportion de carbone.

„ Dans ce livre, *je n'ai rien dit des conditions spéciales pour opérer la réduction de tous les oxydes métalliques considérés jusque-là comme irréductibles, par exemple de la chaux* (1). „

Signalons ici en passant les recherches de l'allemand Winkler qui en mélangeant avec du magnésium des carbonates de métaux alcalins obtenait la réaction : $CaCO^3 + 3Mg = 3MgO + Ca + C$ et un résidu qui plongé dans l'eau dégageait un gaz d'odeur désagréable.

Jusqu'à l'époque (mai 1892) où vient de nous conduire cette revue rétrospective, le carbure de calcium a donc été produit comme par hasard, et sans que personne ait pu ou désiré se rendre compte des conditions dans lesquelles les résultats signalés étaient susceptibles d'être obtenus avec plus de méthode et à un plus haut degré de perfection.

Le premier à qui revient l'honneur d'avoir préparé, d'une façon rationnelle et dans un but nettement déterminé, un carbure métallique propre à dégager de l'acétylène en abondance, est sans contredit M. Maquenne. C'est en ces termes que l'éminent chimiste veut bien rappeler ses études sur le carbure de baryum, dans une note rédigée, le 6 novembre 1899, pour répondre à un désir de M. Bullier :

„ Au cours d'un travail sur les métaux alcalino-terreux, j'eus occasion de signaler un carbure de baryum, répondant vraisemblablement à la formule BaC^2, qui prend naissance lorsqu'on réduit par le magnésium métallique un mélange de carbonate de baryum et de charbon : ce produit, amorphe et pulvérulent, contenait, en moyenne, 36 p. c. de carbure de baryum réel et donnait, au contact de l'eau, de l'acétylène pratiquement pur, au titre de 96 à 98 p. c.

„ C'est à cause de cette propriété qui n'avait encore été reconnue nettement sur aucun produit similaire, que, dans deux notes, je proposai l'emploi du carbure de baryum pour la préparation du gaz acétylène dans les laboratoires.

„ Il était naturel d'étendre cette réaction, remarquablement facile dans le cas du baryum, aux autres métaux alcalino-terreux ; je reconnus en effet que la craie se transforme en car-

(1) *Opinion de W. Borchers, professeur d'électro-métallurgie à l'École supérieure technique d'Aix-la-Chapelle*, dans la Revue générale de Chimie pure et appliquée, t. IV, p. 127.

bure de calcium dans les mêmes circonstances, mais le produit s'est trouvé encore plus impur que le précédent et le gaz qu'il dégageait au contact de l'eau ne renfermait que 89 p. c. d'acétylène, le reste étant formé pour la majeure partie d'hydrogène (1). »

M. Maquenne se défend ensuite avec une modestie qui l'honore d'avoir jamais obtenu un carbure de calcium pur et défini ; mais sa découverte revêtait néanmoins une importance qui n'échappa à personne.

Peu de temps après, M. Moissan (12 décembre 1892) présentait à l'Académie des sciences un remarquable mémoire où sous le titre *Description d'un nouveau four électrique*, il faisait part de ses observations sur les effets calorifiques de l'arc appliqué à la réduction des oxydes métalliques. Il y est de nouveau question d'une combinaison de calcium et de carbone :

« Lorsque la température atteint 3000 degrés, la matière même du four, la chaux vive, fond et coule comme de l'eau. A cette même température, le charbon réduit avec rapidité l'oxyde de calcium et le métal se dégage en abondance; il s'unit avec facilité aux charbons des électrodes pour former *un carbure de calcium liquide au rouge*, qu'il est facile de recueillir.

« Sous l'action d'une haute température variant entre 2000 et 3000 degrés, la magnésie, la chaux, la strontiane cristallisent, puis fondent avec rapidité ; l'acide borique, le protoxyde de titane, l'alumine sont rapidement volatilisés et les oxydes de la famille du fer stables aux hautes températures, fournissent des masses fondues hérissées de petits cristaux. Dans toutes ces expériences, une simple élévation de température a donc pu déterminer la cristallisation des oxydes métalliques (2). »

La note de 1892 est une ébauche à grands traits des immortelles découvertes que l'éminent chimiste a entrevues dans son four électrique ; c'est comme un canevas d'études plus complètes qu'il se réserve de nous offrir par la suite, avec l'ampleur et la précision dont il est coutumier. Il prend date, en attendant le jour où sa magistrale communication du 5 mars 1894 consacrera les droits qu'il s'est acquis, scientifiquement parlant, à revendiquer une part glorieuse dans la découverte du carbure de calcium. Toutefois, en suivant l'ordre chronologique, nous rencontrons,

(1) L. Maquenne, *loc. cit.*
(2) Comptes Rendus, t. CXV, p. 1331 (1892).

avant cette nouvelle note, le brevet de M. L. M. Bullier, daté du 9 février de la même année.

Dans ce document la préparation au four électrique du carbure de calcium cristallisé est très nettement décrite : la fluidité du produit au moment de sa formation, sa cristallisation par refroidissement, sa décomposition par l'eau, le volume gazeux correspondant exactement à la formule CaC^2, sont autant de caractères qui assurent à M. Bullier l'honneur d'avoir le premier obtenu le carbure de calcium cristallisé, défini CaC^2.

C'est seulement sur la communication de 1892 que nous devons faire porter nos recherches, la seconde, celle de 1894, étant postérieure à la prise de brevet par M. Bullier.

Dans sa note de 1892, M. Moissan fait part à l'illustre assemblée de ses découvertes sur le four électrique. C'est tout à fait incidemment qu'il parle du carbure de calcium.

Son travail peut du reste se diviser en deux parties :

Dans la première, il s'attache surtout à la réduction des oxydes par le charbon, en vue d'obtenir la production du métal.

La seconde vise principalement la volatilisation, la fusion et la cristallisation des oxydes réfractaires ; et cela grâce à la température exceptionnellement élevée que fournit le four électrique.

C'est au cours de ces dernières recherches que M. Moissan a constaté la combinaison de la chaux avec le carbone des électrodes, mais il s'attarde si peu à la relater que cette observation aurait eu bien des chances de passer inaperçue, si l'attention des savants et du public n'eût plus tard été éveillée par les découvertes qui ont suivi.

Il en parle d'ailleurs plutôt comme d'un accident survenu pendant une expérience et ayant entraîné une observation curieuse dont il se borne à prendre date que d'un procédé industriel scientifiquement établi. Il remarque, en effet, qu'au delà de 3000 degrés la matière même du four entre en fusion et que cette fusion est accompagnée d'une volatilisation intensive de la chaux. Les vapeurs calciques sont amenées au contact des électrodes et donnent lieu à une production de carbure de calcium. Ce carbure formé, comme le remarquent les experts, grâce à la destruction accidentelle et imprévue de l'appareil dans lequel il se produit, n'apparaît qu'en très petites quantités, à l'état de raclure et de poussières, lorsqu'on veut enlever la petite gaine grisâtre qui s'est incrustée aux électrodes.

Il est bon d'ajouter que le carbure ne se combine pas dans le four. MM. de Parville, l'Hôte et Street en ont fait l'observation,

et nous avons sous les yeux une communication de M. Borchers qui confirme leur dire.

« J'ai répété cette expérience, affirme-t-il, et ai trouvé ce qui suit :

„ En faisant chauffer de la chaux dans un four, système Moissan, en présence d'une quantité de carbone suffisante pour la réduction de la chaux fondue, il s'est produit indiscutablement une réduction de l'oxyde de calcium ; il s'est dégagé certainement aussi des vapeurs de calcium, car l'extrémité positive s'était recouverte jusqu'à une distance d'environ 30^{mm} à partir de l'extrémité qui avait été placée dans l'axe et en allant vers l'extérieur, de petits conglomérats fondus qui, mis en présence de l'eau, donnèrent naissance à de l'acétylène et contenaient par conséquent du carbure de calcium, lequel n'avait pu être produit que par l'action des vapeurs de calcium, puisque les électrodes ne venaient pas directement en contact avec la chaux placée dans le four.

„ A aucun autre endroit des électrodes on ne put constater la présence d'une seule trace de carbure de calcium, bien que ces électrodes aient été toutes deux chauffées au rouge vif, pendant l'expérience, à des distances de plus de 100^{mm} de l'arc lumineux. „

Un autre fait prouve que M. Moissan n'a jamais prétendu revendiquer la fabrication pratique et industrielle du carbure de calcium comme sa propre découverte. Il suffit d'avoir une fois ou l'autre jeté les yeux sur les travaux du savant académicien pour se pénétrer du soin minutieux avec lequel il décrit et précise ce qu'il veut enseigner ou donner à connaître. Autre est sa méthode lorsqu'il se borne à signaler une observation qui l'a frappé, mais dont il n'a pas eu le loisir ou le moyen de se rendre compte. Aussi dans le cas présent ne sommes-nous pas étonnés de lire dans sa première note que le carbure de calcium est liquide au rouge, alors qu'il ne l'est pas réellement. M. Moissan a obtenu alors des globules liquides dans lesquels se trouvait du carbure de calcium, en parcelles très ténues et dissous dans des substances étrangères ; mais il n'existe pas de carbure de calcium liquide au rouge.

La note de M. Moissan n'est donc pas une description d'un produit étudié; c'est, selon le mot de M. Maquenne, une simple esquisse, l'esquisse d'un résultat entrevu, mais une esquisse déjà assez nette pour assurer sans conteste à son auteur la gloire d'une invention scientifique.

A mesure que l'on approchait de la découverte définitive, l'at-

tention des savants était attirée, en quelque sorte malgré eux — puisque ce n'était pas là le but de leurs recherches — vers ce produit qui devait devenir bientôt si commun.

Quelques semaines s'étaient à peine écoulées depuis la communication de M. Moissan, lorsqu'un savant anglais, M. Travers, imagina, en février 1893, une nouvelle manière d'obtenir du carbure de calcium. Il chauffait, pendant une demi-heure, un mélange de chlorure de calcium, de charbon en poudre et de sodium. Voici comment il décrit le composé qui en résultait :

" Le produit obtenu est de couleur gris foncé. Il consiste en chlorure de sodium, carbure de calcium et l'excès de charbon ajouté pour rendre la masse moins compacte ; ordinairement, environ 16 p. c. de carbure est formé, c'est-à-dire la moitié de la quantité théorique (1). "

Le procédé de M. W. Travers ne diffère pas essentiellement, on a pu s'en rendre compte, de celui de M. Maquenne : il substitue seulement un chlorure à un carbonate, le sodium au magnésium, emploie d'ailleurs le même appareil et suit la même méthode.

Pendant que MM. Maquenne et Travers poursuivent leurs recherches au laboratoire, les fours électriques rendent à l'industrie des services signalés. Ils permettent à un américain, M. Acheson, de produire à l'état cristallin le carbure de silicium ou carborundum que MM. Colson et Schutzemberger n'ont encore réalisé qu'à l'état amorphe. Mais c'est peut-être à l'usine de Spray (États-Unis) qu'ils sont employés sur la plus vaste échelle. C'est là que M. Willson, de Lekville (Caroline du Nord), se livre à d'intéressantes expériences sur la réduction électrique des composés métalliques réfractaires, en vue de perfectionner la fabrication de l'aluminium ! Dans ce but, il demande, le 9 août 1892, un brevet qui lui est délivré le 21 février 1893.

Si nous examinons avec soin les termes mêmes de la patente américaine, dans sa teneur première, nous y verrons que l'unique préoccupation de M. Willson est d'éviter la fusion du mélange dans le four. A cet effet, il recommande expressément d'employer un tel excès de carbone que la formation d'un bain fondu soit rendue impossible. Il veut que les matières en traitement restent à l'état poreux pendant toute la durée de l'opération. C'est là malheureusement le moyen le plus sûr d'empêcher la formation du carbure de calcium cristallisé. Aussi lorsque plus

(1) Proceed. Chemic. Soc., t. IX, 15.

tard Willson revendiquera pour lui la gloire de la découverte qui déjà se prépare, on lui opposera les propres expressions dont il s'est servi.

A ce moment, on était du reste bien loin de penser à la façon dont un pareil produit pouvait se répandre et être utilisé. Si le nom de ce corps figure dans la demande de brevet, il est en si nombreuse compagnie qu'on a vraiment de la peine à le distinguer. Voici les revendications énoncées dans le document auquel nous faisons allusion :

" J'ai l'*intention* d'appliquer mon invention à la réduction d'autres métaux que l'aluminium. Je *crois* qu'elle est applicable à la réduction des métaux suivants, entre autres : baryum, calcium, manganèse, strontium, magnésium, titane, tungstène et zirconium. Dans la fabrication des bronzes, je me propose de l'appliquer à la préparation des bronzes contenant du silicium et du bore.

„ Mon invention est applicable à d'autres réactions chimiques que celles dont l'indication est comprise dans le mot *réduction* employé simplement dans son sens métallurgique. Par exemple, je propose de l'appliquer au traitement des composés ou minerais métalliques réfractaires, sans que ce soit nécessairement pour la production des métaux eux-mêmes, mais pour la production d'autres composés. Ainsi je l'ai appliquée déjà pour réduire l'oxyde de calcium et produire le carbure de calcium. „

Les revendications de M. Willson embrassent, on le voit, toutes les opérations électro-métallurgiques et électro-chimiques susceptibles d'aboutir à des découvertes intéressantes. Elles s'appliquent tout aussi bien au calcium cristallisé obtenu seulement dans ces derniers temps par M. Moissan, au carbure de magnésium qu'on n'a pu produire encore et à beaucoup d'autres corps pour longtemps peut-être inconnus ou même non soupçonnés, qu'au carbure de calcium lui-même.

Il y a plus toutefois : si l'on veut s'en tenir strictement aux expressions dont se sert M. Willson, on est rigoureusement conduit à se demander s'il a jamais eu sous les yeux, vers cette époque, le carbure en question. En effet, le composé auquel il donne le nom de *carbure de calcium* dégage, dit-il, un mélange de formène et d'éthylène, " ce qui le conduit, fait très justement observer M. Verneuil, à lui assigner la formule indéterminée CaC^n ou $Ca + CaC^n$, et ce n'est que par la production d'additions et de corrections datées du 24 novembre 1894 et apportées à une autre patente, celle de 1893, c'est-à-dire postérieures au

brevet Bullier, qu'il lui donne pour la première fois la formule CaC^2 et reconnaît le dégagement d'acétylène sous l'influence de l'eau. „

Deux documents qu'il ne nous est pas permis de passer sous silence, dans une discussion critique impartiale, militent néanmoins en faveur de M. Willson. Le premier a été souvent apporté, et nous l'avons en partie reproduit nous-même. C'est la correspondance échangée entre le savant américain et lord Kelvin, à l'occasion de la découverte. Le deuxième a été signalé par M. R. Pitaval, au cours du troisième Congrès international de l'Acétylène. Il est tiré de l'envoi d'une tonne de carbure de calcium qui aurait été expédiée, le 16 février 1894, par la " Willson Aluminium Company „ à la maison de produits chimiques " Eimer et Amend „ de New-York.

Voici le texte et la traduction française des deux lettres auxquelles on s'est référé :

1. *Thomas L. Willson to lord Kelvin.*

" Spray, N. C., September 16th, 1892.

„ Lord Kelvin, Glasgow University, Glasgow, Scotland.

„ My dear Sir,

„ It affords me very great pleasure to forward to you some calcic carbide made in my electric " arc „ furnace. This product is from the reduction of lime-calcic oxide by carbon with the high heat of the electric " arc „ and carbon has displaced the oxygen.

„ The great affinity of the combined calcium for oxygen enables this material to decompose water rapidly, liberating hydrogen combined with carbon, which, upon ignition, burns, the hydrogen uniting with the oxygen of air, liberating the excess of carbon, which floats in the air. This material greatly interests scientific men here, and I hope will prove of interest to you.

„ Perhaps, with your laboratory facilities, you may be able to obtain metallic calcium from this composition. If you desire any further information in regard to this material, I shall be pleased to place what little knowledge I have of it at your disposal. Hoping that the two jars sent you to-day by express may reach you in safety. I remain

„ Yours with best wishes,
„ Thomas Willson. „

II. *Lord Kelvin to Thomas L. Willson.*

" The University Glasgow, October 3rd, 1892.

„ Dear Sir,

„ I have seen and tried the calcium carbide — only, however, so far as throwing it into water and setting fire to the gaz which comes off. It seems to me a most interesting substance, and I thank you very much for sending it to me.

„ Yours very truly,
„ Kelvin.

„ Thomas L. Willson, Esq. (1). „

Voici la traduction française de ces deux documents :

I. *Lettre de Thomas L. Willson à lord Kelvin.*

" Spray, le 16 septembre 1892.

„ Mon cher Monsieur

„ J'éprouve un très grand plaisir à vous envoyer un peu de carbure de calcium fabriqué au four électrique à arc.

„ Ce produit résulte de la réduction, au moyen du charbon, de la chaux — oxyde de calcium — grâce à la température très élevée du four électrique. Le carbone a déplacé l'oxygène.

„ La grande affinité du calcium combiné pour l'oxygène rend la substance produite susceptible de décomposer l'eau rapidement, en dégageant de l'hydrogène combiné avec du carbone, qui brûle après inflammation.

„ L'hydrogène s'unit à l'oxygène de l'air, avec mise en liberté d'un excès de carbone qui flotte dans l'atmosphère.

„ Cette substance intéresse ici vivement le public scientifique, et j'espère qu'elle vous intéressera également beaucoup.

„ Peut-être, grâce aux facilités dont vous disposez dans votre

(1) Progressive Age, Feb. 1st., 1898, p. 51.

laboratoire, arriverez-vous à obtenir avec ce composé le calcium métallique.

„ Si vous désirez, au sujet de cette substance, des informations ultérieures, je me ferai un grand plaisir de mettre à votre disposition les quelques connaissances que j'en puis avoir.

“ J'espère que les flacons que je vous envoie aujourd'hui par l'express vous arriveront en bon état.

„ Vôtre avec mes meilleurs vœux,
„ THOMAS L. WILLSON. „

II. *Réponse de lord Kelvin à M. Thomas L. Willson.*

“ Université de Glasgow, le 3 octobre 1892.

„ CHER MONSIEUR,

„ J'ai vu et essayé le carbure de calcium, du moins uniquement en le jetant dans l'eau et en enflammant le gaz qui s'en dégage. Cette substance me paraît très intéressante et je vous remercie de me l'avoir envoyée.

„ Bien vraiment vôtre,
„ KELVIN.

„ A MONSIEUR THOMAS L. WILLSON. „

Nous avons traduit ces deux lettres avec fidélité, nous préoccupant davantage du sens littéral que de l'élégance de la version. Quelle conclusion tirer maintenant de l'analyse de ces documents ? Elle ne se dégage pas à première vue. Sans doute M. Willson parle de carbure de calcium, comme en avaient parlé avant lui Hare et Woehler ; sans doute lord Kelvin emploie dans sa réponse le même terme et signale aussi le gaz qui se déprend, au contact de l'eau, de la substance qui lui est communiquée ; mais nous ne trouvons sur la nature et les propriétés du nouveau produit aucun renseignement susceptible de nous instruire. Je n'ai pas à dire que ni l'un ni l'autre des deux correspondants ne soupçonne l'importance de la découverte. Cela ressort de la simple lecture des lettres et surtout de la réponse si

brève de lord Kelvin. Nous devrons donc, pour nous éclairer, puiser à d'autres sources (1).

Peut-être le deuxième argument tiré de l'expédition par la " Willson Aluminium Company „ d'une tonne de carbure à la maison " Eimer et Amend „, sera-t-il plus convaincant. Ce serait là au moins une sérieuse présomption en faveur du droit qu'aurait M. Willson de revendiquer pour lui la découverte, surtout s'il lui était en même temps possible de prouver que le produit expédié par lui sous cette désignation était véritablement du carbure de calcium. Pour écouler en si grande quantité une denrée commerciale, il faut en avoir dûment établi la fabrication et en connaître la valeur.

Mais au cours des divers procès auxquels a donné lieu le sujet qui nous occupe, on a vainement attendu la production si souvent annoncée d'un bulletin d'expédition délivré, avait-on dit, le 10 février 1894, par la " Danver and Western Railway „. Cette pièce n'a jamais été versée au débat.

Coïncidence remarquée, la veille de ce jour, le 9 février, un chimiste français, M. Bullier, demandait en France un brevet pour la fabrication du carbure de calcium cristallisé de formule CaC^2 : nous reviendrons tout à l'heure sur ce fait important.

A cette date du 10 février, rien ne prouve encore que M. Willson ait indubitablement fabriqué du carbure de calcium. S'il en a réellement obtenu, il est certain que son carbure n'est pas un composé défini, mais un corps amorphe, de nature complexe et différent du carbure cristallisé que décrira bientôt M. Moissan. Cette conclusion s'impose à la seule lecture un peu attentive des revendications mêmes de M. Willson et de divers passages de ses demandes de brevet.

En effet, le 9 août 1892, il fait à peine allusion au carbure de calcium : "... par exemple, je l'ai déjà appliquée (mon invention) à la production du carbure de calcium. „

Le 14 mars 1893, il semble même ignorer totalement la nature du produit dont il revendiquera plus tard la découverte : " J'ai été incapable jusqu'ici, avoue-t-il dans ce second brevet, de déterminer la nature chimique exacte de cette nouvelle substance. „ Et c'est alors qu'il ajoute ces paroles qui permettent de douter qu'il eût vraiment à cette époque entre les mains le com-

(1) Dans une lettre à M. Moissan, lettre versée au procès et que nous avons lue nous-même, lord Kelvin affirme que le carbure envoyé par Willson n'était pas cristallisé.

posé dont nous nous occupons : “ Quant au gaz dégagé par l'action de l'eau, c'est un hydrocarbure, apparemment un hydrogène carburé C^2H^4, seul ou mélangé avec de l'hydrogène carboné CH^4. „

Il y a du reste tant de vague dans ses allégations, tant d'imprécision dans la manière dont il présente ses procédés et leurs produits soi-disant nouveaux que le *Commissioner of patents* des États-Unis, M. John Seymour, n'y trouve pas matière à brevet. A chaque objection qui lui est faite, M. Willson met son esprit à la torture pour sortir de cette impasse; mais en vain.

Sur ces entrefaites, M. Moissan fait à l'Académie des sciences la mémorable communication qui va avoir dans le monde scientifique et industriel un si profond retentissement. Il décrit avec une netteté lumineuse le carbure de calcium cristallisé, ses propriétés, la façon dont il s'obtient sans laisser pressentir les applications que ce nouveau corps peut avoir. Dans le courant de la même année, est publié le brevet pris le 9 février précédent par M. L. M. Bullier, chimiste et collaborateur de M. Moissan. M. Bullier a, le premier, préparé industriellement au four électrique le carbure de calcium cristallisé : il en a compris la valeur commerciale. Tandis que l'illustre académicien poursuit au laboratoire les travaux annoncés dans la note de 1892 et assume le soin de décrire et présenter au monde savant le nouveau carbure, M. Bullier passe sur le terrain industriel et songe à réserver par un brevet les droits que sa découverte, distincte de celle de M. Moissan, vient de lui acquérir.

Un pareil document est de trop haute importance dans cet aperçu historique pour qu'il nous soit permis de l'omettre. En voici le texte :

“ *Brevet* du 9 février 1894, N° 236,160 pour un *procédé de préparation des carbures des métaux alcalino-terreux.*

„ Mon invention a pour objet un procédé de fabrication des carbures alcalino-terreux, qui permet de les obtenir directement et industriellement. Ce procédé consiste à chauffer dans un four électrique, tel par exemple que celui de Moissan, un mélange de charbon avec l'oxyde du métal alcalino terreux que l'on veut transformer en carbure.

„ Le produit obtenu dans le four est fluide à la température à laquelle il se forme, et il donne par refroidissement une masse critalline de couleur foncée qui est le carbure du métal employé.

„ Lorsque l'on emploie 56 parties de chaux vive et 36 parties de charbon de sucre (charbon de bois, noir de fumée ou toute

autre variété de carbone), on obtient un carbure défini répondant à la formule C^2Ca. Si l'on ajoute un excès de chaux, on peut obtenir des carbures de composition variable. On obtient de même avec la même facilité les carbures de barynm et strontium. Il est bien entendu d'ailleurs que l'on peut remplacer l'oxyde du métal par son carbonate ou tout autre sel à base du métal alcalino-terreux.

„ Les carbures alcalino terreux ainsi obtenus par mon procédé sont susceptibles de recevoir de nombreuses applications. Ils peuvent notamment sous la simple action de l'eau donner immédiatement naissance à de l'acétylène pur, dans le cas du carbure C^2Ca, ou à des mélanges de carbure et d'hydrogène de composition variable. C'est ainsi, par exemple, qu'un kilo de carbure de calcium de formule C^2Ca fournit 340 litres d'acétylène.

„ Les carbures obtenus par mon procédé pouvant être fabriqués industriellement pour un prix qui est fonction de la force motrice nécessaire à engendrer le courant électrique, on peut en obtenir des quantités considérables, susceptibles de fournir ensuite de l'acétylène à un prix abordable ou dans différentes conditions des carbures acétyléniques. Les applications de ce corps deviennent alors pratiques ; quelques-unes sont tout indiquées, je signalerai notamment la fabrication de l'iodoforme, celle de l'acide cyanhydrique et par suite des cyanures.

„ Enfin l'acétylène peut servir aussi pour l'éclairage ; il se polymérise sous l'action de la chaleur et peut ainsi former une série de composés intéressants parmi lesquels je ne citerai que la benzine, mais il est bien entendu que ce corps est susceptible de nombreuses applications en chimie organique.

„ Je n'ai donné les indications qui précèdent sur l'acétylène que pour bien faire saisir l'importance industrielle et la portée pratique du procédé de préparation des carbures des métaux alcalino-terreux qui, seul, fait l'objet de ma présente demande de brevet et constitue mon invention.

„ En résumé : je revendique le procédé de fabrication des carbures des métaux alcalino-terreux, consistant à chauffer au four électrique un mélange de charbon et du métal dont on veut obtenir le carbure, cet oxyde pouvant être remplacé par le carbonate ou autre corps équivalent (1). „

Nous rencontrons dans ce document un tel caractère de précision, une description si approfondie de la fabrication du carbure

(1) *Rapport d'Experts*, pp. 28-30.

de calcium et des propriétés de ce composé, qu'au point de vue tant industriel que scientifique, il eût été difficile de manifester plus explicitement à quel haut degré on en avait poussé l'étude méthodique et on en possédait la connaissance.

Deux additions au brevet en date du 4 février 1895 en complètent la teneur. Nous n'avons pas à les reproduire ici.

Si nous étudions le procédé que développe M. Bullier dans son exposé, nous verrons qu'il diffère essentiellement de la méthode mise en avant par M. Willson. Il sera utile de les comparer l'une à l'autre et de les discuter brièvement.

Nous examinerons d'abord le procédé en lui-même, et en second lieu le produit qui en résulte.

I. *Procédé de fabrication du carbure de calcium.*

M. Bullier obtient le carbure de calcium en chauffant au four électrique un mélange de chaux et de charbon en proportions déterminées, de façon à ce qu'il en résulte une masse fluide, au moment et à la température de sa formation.

Les proportions établies sont 56 parties de chaux pour 36 de charbon.

Ainsi donc, en dernière analyse, M. Bullier met en jeu, dans une seule et même opération, deux facteurs différents qui n'ont jamais été simultanément employés avant lui :

a) L'association du carbone et de l'oxyde de calcium suivant la formule des poids atomiques;

b) La fusion du mélange dans le four électrique, fusion qui n'a encore été réalisée ni électriquement, ni d'autre façon.

La formule du carbure de calcium avait été donnée par Beilstein, en 1881. Suivait-il de là nécessairement que la proportion des parties constitutives du carbure était connue, telles du moins qu'elles devaient le mieux concourir à l'opération? En d'autres termes, fallait-il s'en tenir rigoureusement à ce qu'indiquait la théorie ; était-il au contraire indispensable, comme il arrive dans une multitude de cas, d'employer l'un des corps en excès, et dans quelle mesure? Ce sont là des conditions que l'on ne peut savoir *à priori,* tous les chimistes en conviendront. Seule, une expérience, souvent acquise au prix de longs et délicats tâtonnements, peut nous les faire connaître. La preuve en est du reste dans le fait que ni Woelher, ni MM. Travers, Maquenne, Willson, et Moissan lui-même, qui, avant 1894, savaient quelle était la formule de Beilstein, et avaient cherché à combiner le carbone et le calcium, n'étaient encore parvenus à isoler le carbure défini CaC^2.

On nous saura gré sans doute de signaler ici l'opinion de M. Étard, docteur ès-sciences, examinateur de sortie à l'Ecole Polytechnique, et appelé, à cause de l'autorité qui s'attache à son nom, à donner son avis dans le procès Bullier.

" Peut-on arguer de ce que les proportions de chaux et de charbon indiquées dans le brevet Bullier étaient précisément celles de la théorie, pour dire que cette préparation ne constitue pas une invention ou une découverte?

„ Ce que l'on appelle ici la théorie, est la formule donnée par Beilstein. En véritable théorie, il peut exister indifféremment:

1° $C^2Ca = \begin{matrix} C \\ \| \\ C \end{matrix} \Big\rangle Ca$ rendant de l'acétylène $\begin{matrix} CH \\ \| \\ CH \end{matrix}$

2° $CCa^2 = C \begin{matrix} \diagup Ca \\ \diagdown Ca \end{matrix}$ rendant du méthane CH^4

3° $C^2Ca^3 = \begin{matrix} C \begin{matrix} \diagup Ca \\ \diagdown \end{matrix} \\ | \quad Ca \\ C \begin{matrix} \diagdown \\ \diagup Ca \end{matrix} \end{matrix}$ rendant de l'éthane C^2H^6

4° $C^2Ca^2 = \begin{matrix} C = Ca \\ \| \\ C = Ca \end{matrix}$ rendant de l'éthylène C^2H^4

„ Si les nombres théoriques nous guidaient, que devrions-nous choisir?

„ M. Willson a dit dans son brevet qu'il obtenait un mélange avec de l'éthylène et du méthane. Ce qu'il voulait breveter à cette époque aurait donc été CCa^2 et C^2Ca^2, et non le carbure de calcium cristallisé C^2Ca de Bullier.

„ M. Moissan a aussi obtenu des carbures d'aluminium, de manganèse, etc..., qui donnent bien, en fait, du méthane ou de l'acétylène pur ou mélangé.

„ Il aurait donc fallu connaître d'abord la formule du carbure de calcium et les quantités probables de CaO C, et alors les proportions de la théorie n'ont pas fait découvrir la matière industrielle (1). „

(1) *Fabrication du carbure de calcium cristallisé de formule* CaC^2. Opinion de M. Étard, docteur ès-sciences, examinateur de sortie à l'Ecole Polytechnique. Mémoire autographié, communiqué par M. L. Bullier, p. 8.

M. Étard rappelle ensuite avec beaucoup de raison que, de plus, bien des matières industrielles n'ont de valeur qu'à la condition de s'écarter absolument de la théorie : par exemple le bleu Thénard, que l'on connaît comme un aluminate de cobalt, et dont la formule, telle du reste que la donne le *Dictionnaire de Würtz*, doit être Al^2O^3, CoO. Et cependant si l'on part des nombres théoriques pour avoir du bleu Thénard artificiel, on n'y parvient pas, on obtient seulement une poudre noire. La maison qui à Paris fabrique ce bleu tient son procédé secret, et personne encore n'a pu le découvrir.

Il en est de même du rubis artificiel dont la formule n'est ni Al^2O^3, Cr^2O^3, ni Al^2O^3, CrO, ni aucune autre formule connue, mais qui est constitué par de l'alumine très légèrement teintée au moyen de quelques millièmes d'oxyde de chrome grâce à un procédé que la science ignore.

Les exemples de ce genre se comptent par centaines, et il serait aisé d'en dresser une longue liste ; mais la nature même de ce travail ne le comporte pas.

II. *Produit résultant de la fabrication du carbure.*

A ces considérations fondées en raison viennent s'ajouter de plus, dans le cas présent, les résultats obtenus par les experts, lorsqu'ils ont essayé de fabriquer du carbure de calcium en dehors des données fournies par M. Bullier. A mesure qu'ils se rapprochaient des proportions indiquées, ils arrivaient à un meilleur résultat ; s'en écartaient-ils au contraire, ils obtenaient un produit plus impur et dégageant une quantité de moins en moins grande d'acétylène. Voici du reste le résumé de ces constatations. Il est d'un réel intérêt tant pour la science que pour l'industrie.

MM. de Parville, L'Hôte et Street introduisent dans un four électrique, établi sur le modèle des fours Willson, les mélanges dont nous allons indiquer la teneur en chaux et en carbone. Ils les traitent successivement, en employant les deux méthodes, de la façon que nous allons dire.

I. *Procédé Bullier.* Il consiste à provoquer le plus complètement possible la fusion des deux substances mélangées suivant la formule des poids atomiques.

1re Expérience :	CaO. . . .	56 grammes.
	C.	36 grammes.

Intensité de courant : 300 ampères sous 65 volts au four.
Durée de l'opération : 10 minutes.

Produit : masse fondue, convertie, après refroidissement, en bloc dense et dur de carbure de calcium pur cristallisé ; pas d'excès de chaux ni de charbon.

Résultat : conforme à ce qui a été annoncé dans le brevet. Rendement excellent.

2me Expérience : Une série d'expériences successives, sur les mêmes données avec les mêmes éléments, a permis de constater des résultats identiques : masse de carbure de calcium cristallisé après fusion et refroidissement, çà et là traces de charbon et de chaux libres.

II. *Procédé Willson.* Il consiste à éviter le plus complètement possible la fusion du mélange, qui doit être formé de 56 parties de chaux pour 52,25 de carbone.

Il faut augmenter la quantité de carbone en variant les proportions du mélange suivant le degré de finesse des matières et l'intimité de leur contact.

Dans le cas de l'alumine un poids de carbone représentant 15 p. c. du poids total de la masse suffit à enrayer la fusion. Aucune indication n'est donnée sur ce point dans le cas de la chaux.

1re Expérience : CaO. . . . 56 grammes.
C. . . . . 49 grammes.

Intensité de courant : 300 ampères sous 65 volts au four.

Durée de l'opération : 15 minutes.

Produit : masse fondue. Après refroidissement, bloc de carbure cristallisé, ne contenant pas de chaux libre, mais du carbone en excès.

Résultat : la quantité de carbone n'a pas été suffisante pour éviter la fusion. Cette condition essentielle du procédé Willson n'est pas remplie.

2me Expérience : CaO. . . . 56 grammes.
C. . . . . 54 grammes.

Intensité de courant : 300 ampères sous 65 volts au four.

Durée de l'opération : 15 minutes.

Produit : tantôt masse fondue avec excès de charbon non combiné, tantôt masse frittée avec parties agglomérées dans le voisinage de l'arc. Le mélange contient, dans ce dernier cas, du carbure amorphe, du carbone en excès et 5,60 p. c. de chaux libre.

Résultat : le procédé n'a pas donné de résultat constant et certain indiquant une méthode sûre. Le rendement est médiocre.

3me Expérience : CaO. . . . 56 grammes.
C. . . . . 60 grammes,

Intensité de courant : 300 ampères sous 65 volts au four.

Durée de l'opération : 15 minutes.

Produit : masse frittée agglomérée à l'endroit de l'arc. Le mélange renferme en outre du carbone en excès, un carbure de calcium amorphe et 10,49 p. c. de chaux libre.

Résultat : le carbure obtenu est de qualité inférieure, il n'est pas cristallisé ou contient à peine quelques traces de cristaux. Une grande partie des matières composantes est inutilisée. Le rendement est mauvais.

4me Expérience : CaO. . . . 56 grammes.
C. . . . . 66 grammes.

Intensité de courant : 300 ampères sous 65 volts au four.

Durée de l'opération : 15 minutes.

Produit : masse frittée charbonneuse et friable, avec carbure amorphe, 22,032 p. c. de chaux libre et carbone en excès.

Ces expériences ont été poursuivies par les experts de façon à mettre en relief tous les phénomènes de nature à confirmer ou infirmer les résultats déjà obtenus. Voici en résumé les constatations qu'ils ont été amenés à faire :

En augmentant progressivement la proportion de carbone, on ne modifie pas d'une manière sensible le composé fourni par les dernières expériences. C'est toujours une masse frittée charbonneuse et friable, contenant plus ou moins de carbure de calcium amorphe divisé dans une masse de carbone en excès.

La masse fondue s'obtient d'une façon régulière lorsqu'on emploie une proportion de carbone inférieure à 50 p. c. de la masse totale. Les proportions employées par les experts sont les suivantes :

Proportions :	Résultats :
CaO . . 56 parties. C . . . 47 „	Carbure cristallisé avec 29,37 p. c. de CaO libre et C en excès.
CaO . . 56 „ C . . . 45 „	Carbure cristallisé avec 17,25 p. c. de CaO libre et C en excès.
CaO . . 56 „ C . . . 43 „	Carbure cristallisé avec carbone en excès.

Proportions :			Résultats :
CaO . .	56	„	Carbure cristallisé avec 23,14 p. c.
C . . .	43	„	de chaux libre et du carbone en excès.
CaO . .	56	„	Carbure cristallisé avec traces de
C . . .	36	„	chaux libre et de carbone en excès.
CaO . .	56	„	Carbure cristallisé avec 3,88 p. c.
C . . .	32,5	„	de chaux libre.
CaO . .	56	„	Carbure cristallisé avec 23,65 p. c.
C . . .	27	„	de chaux libre.
CaO . .	100	„	Chaux fondue cristallisée homogène
C . . .	0	„	après refroidissement, contenant en dissolution une certaine quantité de carbure de calcium formé aux dépens du carbone du creuset. Cette quantité s'accroît à mesure que la chaux est plus longtemps maintenue en fusion (1).

Ces expériences plusieurs fois répétées ont aussi démontré qu'il était très facile d'obtenir, avec les mêmes proportions, des résultats différents, à cause du nombre de facteurs qui entraient en jeu : fusion du creuset, des électrodes, volatilisation de la chaux, qui faisaient varier la teneur en carbone et en modifiaient par suite le produit.

En résumé toutes les fois que, dans un four électrique, on met en présence une certaine quantité de chaux avec une proportion donnée de carbone, quelle que soit cette proportion, pourvu que la température soit assez élevée, on obtient toujours du carbure de calcium, mais en quantité d'autant plus grande que l'on se rapproche davantage des proportions déterminées par M. Bullier. Ce carbure est amorphe ou cristallisé : amorphe, lorsque les substances à combiner n'ont pas été fondues ; cristallisé, lorsque la fusion s'est effectuée régulièrement. La fusion devient du reste d'autant plus difficile que la teneur en carbone augmente.

Amorphe ou cristallisé, le carbure de calcium donne toujours l'acétylène, mais en proportions plus considérables et rigoureusement déterminées dans le second cas, irrégulières et le plus souvent très minimes dans le premier.

(1) Revue générale de l'acétylène et des industries électrochimiques, numéro spécial du Congrès de l'acétylène, pp. 29-30.

Les conclusions de M. von Knorre, professeur à l'École supérieure de Charlottenbourg, en Allemagne, sont identiques à celles des experts français.

" Les expériences que j'ai faites à Bitterfeld, dit-il, démontrent en toute assurance qu'un excès de carbone empêche la formation de carbure de calcium cristallisé, utilisable dans l'industrie... „

M. von Knorre a fait toutes ses expériences, sous un courant de 200 ampères à la tension de 35 à 37 volts.

Voici les résultats qu'il a consignés :

1. Le produit obtenu au moyen du mélange normal contenait 90,0 o/o de carbure.

2.	Le produit obtenu avec 100 parties du mélange normal et 5 parties de poudre de coke contenait . .	*a)* 42,9 o/o	de carbure
		b) 42,0 o/o	„
3.	10 „ „ „ „ . .	*a)* 24,5 o/o	„
		b) 23,5 o/o	„
4.	15 „ „ „ „ . .	*a)* 17,5 o/o	„
		b) 19,6 o/o	„
5.	25 „ „ „ „ . .	17,0 o/o	„
6.	50 „ „ „ „ . .	15,7 o/o	„
7.	100 „ „ „ „ . .	10,1 o/o	„

Les revendications de M. L. M. Bullier ont été rendues publiques et le mémoire de M. Moissan a du reste fait en Europe assez de bruit pour que l'écho en passe l'Atlantique, lorsque le 24 novembre 1894, neuf mois par conséquent après le dépôt du brevet Bullier, M. Willson remanie sa demande de brevet, comme le lui permet la législation américaine, et remplace par les mots " carbure de calcium „ " la substance nouvelle „ dont il ignorait " la nature exacte „ : la formule indéterminée qu'il avait employée auparavant, CaC^n ou $Ca + CaC^n$, devient CaC^2 ; enfin le mélange de gaz constitué par l'éthylène et le formène est désormais désigné sous le nom d'acétylène.

Malgré ces modifications, M. John Seymour ne trouve pas encore matière à brevet dans le procédé qui lui est soumis, et c'est seulement le 16 juillet 1896, deux ans et quatre mois après le dépôt du brevet Bullier, quand déjà plusieurs usines fabriquent le carbure de calcium cristallisé, que M. Willson reçoit enfin la patente après laquelle depuis si longtemps il postule.

Il est donc constant que si M. Willson a signalé en 1892 la possibilité d'obtenir au four électrique du carbure de calcium, il

n'est pas prouvé qu'il en ait réellement obtenu, et s'il en a obtenu fortuitement, ce carbure ne pouvait être cristallisé. De plus, s'il a réussi à se faire délivrer un brevet pour cette fabrication, ce brevet n'a été accordé qu'après des remaniements essentiels, postérieurs à la divulgation des procédés Bullier. C'est donc bien à M. Bullier que revient l'honneur d'avoir découvert le carbure de calcium cristallisé.

Quelle est maintenant la valeur de cette invention, si nous la mettons en regard des découvertes antérieures ? En d'autres termes, peut-on considérer la préparation du carbure cristallisé comme une invention proprement dite, étant donné que l'on connaissait déjà le carbure amorphe ?

Que l'on nous permette d'apporter ici les témoignages motivés d'hommes dont le nom seul constitue par lui-même une garantie, au point de vue de la compétence et de l'impartialité. Ce sont les avis de MM. Maquenne, professeur au Muséum, particulièrement célèbre par ses travaux sur le carbure de baryum et sur les sucres ; Fleurent, professeur de chimie industrielle au Conservatoire des Arts et Métiers ; Gabriel Bertrand, docteur ès-sciences, chef de travaux à l'Institut Pasteur ; Lindet, docteur ès-sciences, professeur à l'Institut agronomique ; Verneuil, chimiste, docteur ès-sciences ; Étard, docteur ès-sciences, examinateur de sortie à l'École Polytechnique ; Ostwald, directeur de l'Institut de chimie physique de Leipzig ; Borchers, professeur d'électro-métallurgie à l'École supérieure d'Aix-la-Chapelle ; et G. von Knorre, professeur à l'École supérieure technique de Charlottenbourg. Ils sont d'accord pour regarder M. Bullier comme le véritable inventeur du carbure de calcium et considérer cette découverte comme faisant époque dans les annales de la science.

Opinion de M. Maquenne :

Dans son brevet, " M. Bullier dit en substance que lorsqu'on fond ensemble, au four électrique, 56 parties de chaux vive et 36 de charbon, on obtient un corps, fluide à la température à laquelle il se forme, qui donne par refroidissement une masse cristalline et constitue un carbure défini répondant à la formule CaC^2.

„ Toujours, d'après le même auteur, ce composé donne immédiatement naissance, sous l'action de l'eau, à de l'acétylène pur, et cela dans les proportions de 340 litres de gaz pour un kilogramme de matière.

„ Cette donnée numérique constitue l'indication quantitative nécessaire à la définition d'une espèce chimique ; d'accord avec celle que donne le calcul dans l'hypothèse de la formule CaC^2, elle permet de déterminer celle-ci, en toute assurance, et donne du même coup la preuve que le produit obtenu au four électrique par M. Bullier était sensiblement pur.

„ Tous ces caractères ont été vérifiés par M. Moissan dans une note relative au même corps, qui a été présentée à l'Académie des sciences, le 5 mars de la même année. C'est donc seulement dans le brevet Bullier du 9 février 1894, que le carbure de calcium a été décrit avec une exactitude suffisante pour le caractériser, et que nous le voyons apparaître à la fois, sans contestation possible, comme produit pur et comme composé chimique défini.

„ J'ajouterai, pour préciser davantage ma manière de voir, que le carbure de calcium de M. Bullier étant nettement distinct de tous les mélanges décrits sous le même nom, avant le mois de février 1894, les caractères immuables que cet auteur lui assigne lui confèrent la qualité de produit nouveau en même temps que celle de corps pur, au même titre que l'acide acétique, par exemple, dont la présence dans le vinaigre était connue avant qu'il n'en eût été isolé et dont la formule même avait pu être rigoureusement déterminée par l'analyse de ses sels, lequel a dû être reconnu comme produit nouveau le jour où l'on a réussi à l'obtenir pur pour la première fois (1). „

M. Maquenne conclut en ces termes énergiques le rapport qu'il a été appelé à faire :

“ La préparation du carbure de calcium pur et cristallisé au four électrique, telle qu'elle a été décrite pour la première fois par M. Bullier dans son brevet du 9 février 1894, peut et doit être considérée comme une invention.

„ Toute argumentation fondée sur la concordance des proportions indiquées dans le susdit brevet avec celles que donne la théorie en vue de diminuer l'importance de la découverte qu'il protège est scientifiquement sans valeur. „

Opinion de M. Fleurent.

“ C'est à MM. Bullier et Moissan qu'il faut attribuer les paternités industrielle et scientifique du carbure de calcium, en même temps que celle de l'industrie de l'acétylène, et c'est, par consé-

(1) Maquenne, *op. cit.*, p. 8.

quent, au commencement de l'année 1894 seulement, que se place la découverte du carbure de calcium, défini par sa forme cristalline, sa formule CaC^2 et la propriété qu'il possède de donner, au contact de l'eau, de la chaux hydratée et de l'acétylène pur, en quantité prévue par la théorie (1). „

" Je conclus donc, dit en terminant M. Fleurent, comme l'expérience (que j'ai vérifiée d'ailleurs), et je répète que le composé dit carbure de calcium CaC^2 pur, cristallisé, inconnu avant 1894, constituait bien, à l'époque du dépôt du brevet Bullier, un produit nouveau et que l'objection qu'on peut faire de l'emploi des proportions théoriques de chaux et de charbon pour sa préparation ne peut entrer en ligne de compte pour la négation de la découverte ou invention de ce corps. „

Opinion de M. Bertrand.

" Le carbure de calcium pur et cristallisé, répondant à la formule C^2Ca, décomposable par conséquent en totalité au contact de l'eau, en donnant, comme produits exclusifs de l'hydrate de calcium et de l'acétylène, n'était pas connu avant l'année 1894 (2). „

M. G. Bertrand termine ainsi son mémoire :

" Comme conclusion, et en prenant pour bases les arguments développés ci-dessus, je crois être dans la plus stricte vérité en déclarant :

1° Que le carbure de calcium pur et cristallisé, répondant à la formule C^2Ca, décomposable par conséquent en totalité, au contact de l'eau, en donnant comme produits exclusifs de l'hydrate de calcium et de l'acétylène, n'était pas connu avant l'année 1894 ;

2° Que le carbure de calcium n'étant pas encore connu, en préparation, au four électrique ou autrement, doit être considéré comme une invention ;

3° Qu'on ne peut arguer contre la valeur de l'invention de ce que les proportions de carbone et de chaux vive indiquées par l'inventeur s'accordent avec les prévisions de la théorie. „

(1) *Fabrication du carbure de calcium cristallisé CaC^2.* Opinion de M. Fleurent, docteur ès-sciences, professeur de chimie industrielle au Conservatoire national des arts et métiers. Mémoire autographié communiqué par M. L. M. Bullier, p. 5.

(2) *Fabrication du carbure de calcium cristallisé C^2Ca.* Opinion de M. G. Bertrand, chimiste, chef de service à l'Institut Pasteur. Mémoire autographié communiqué par M. L. M. Bullier, p. 8.

Opinion de M. Lindet.

" Un composé chimique n'a véritablement droit de cité dans la science que le jour où il a été produit dans un état de pureté suffisant pour que l'on puisse l'analyser et en étudier les propriétés.

„ Deux exemples pris dans deux chapitres bien différents de la science chimique feront comprendre ma pensée : l'un est relatif à la découverte du fluor par M. Moissan, l'autre à la découverte de la zymase de levure par M. Buchner.

„ Avant que M. Moissan n'eût indiqué la préparation du fluor, ce métalloïde était, comme le dit le *Dictionnaire de Würtz* (1870), un radical considéré par les chimistes comme un corps simple. On avait calculé, en partant de ses combinaisons, la plupart de ses propriétés physiques, pressenti ses caractères chimiques, mais il lui manquait l'individualité chimique, l'extrait de naissance; et la découverte de M. Moissan est d'une valeur incontestée.

„ L'idée que la levure dédoublait le sucre en alcool et acide carbonique par l'intermédiaire d'une diastase, d'une zymase, est bien ancienne. Formulée par M. Traube, acceptée par M. Berthelot, l'hypothèse se trouvait confirmée par les recherches de Claude Bernard, mais cette zymase ne figure au catalogue scientifique des diastases que depuis les remarquables travaux de Buchner, qui a su l'isoler de la levure et la faire travailler en dehors d'elle.

„ J'admets donc qu'avant 1894, le carbure de calcium CaC^2, dont la composition n'avait pu être établie que par déduction, qui n'avait été isolé ni préparé de façon à pouvoir cristalliser, ne pouvait être considéré comme produit chimique connu, mais bien comme produit chimique supposé (1). „

Et il conclut : " Je considère que les proportions respectives de chaux et de charbon ne pouvaient être déterminées que par tâtonnements successifs et que le fait de s'être arrêté aux proportions théoriques n'infirme en rien l'invention de M. Bullier. „

Opinion de M. Verneuil.

" Le carbure de calcium CaC^2, tel que permet de l'obtenir le procédé de préparation par fusion au four électrique, n'était pas

(1) *Fabrication du carbure de calcium cristallisé C^2Ca.* Opinion de M. L. Lindet, chevalier de la Légion d'honneur, docteur ès-sciences, professeur de technologie à l'Institut national agronomique. Mémoire autographié communiqué par M. L. M. Bullier, pp. 2 et seq.

connu en fait, à la date du dépôt du brevet Bullier (9 février 1894), ni dans l'industrie, ni dans les laboratoires, et j'ajoute qu'aucun des documents qui ont été opposés n'en mentionne la préparation ni l'existence. Les mots " carbure de calcium „ qu'on rencontre dans ces documents ne s'appliquent pas à ce produit et peuvent seulement prêter à une équivoque qui disparaît dès qu'on examine au fond la question (1). „

Et plus bas :

„ Toute l'industrie chimique est régie par la loi des proportions définies : il s'ensuit que la nécessité de suivre les rapports atomiques dans les poids des substances mises en réaction ne peut être, à mon avis, un argument pour vous enlever le mérite de l'invention au carbure de calcium industriellement pur et cristallisé. „

Opinion de M. Étard.

" Toujours occupé de recherches chimiques et lisant chaque semaine les recueils anglais et allemands auxquels je suis abonné, je n'ai, pas plus que les autres, laissé passer les inventions pouvant devenir pour moi des moyens de travail, des instruments nouveaux.

„ Assurément, avant 1894, je ne connaissais pas le carbure de calcium ; à plus forte raison, commercialement, cela ne se voyait nulle part.

„ La formule C^2Ca existe, dit-on, dans le recueil de Beilstein (1881), cela est vrai. Mais ce livre justement apprécié pour son utilité n'a pas pour but de certifier l'exactitude des faits : il enregistre, souvent sans les vérifier, un court extrait des publications et souvent pour systématiser invente, séance tenante, une formule qui paraît vraisemblable en théorie. Ce dernier point est fâcheux. Aucune analyse ne permettait, avant 1894, à M. Beilstein, d'écrire C^2Ca. Du fait qu'une masse noire parfaitement hétérogène et inconnue dégageait de l'acétylène, il a conclu avec une heureuse fantaisie, qu'une certaine quantité de corps de formule C^2Ca pouvait y être contenue. Il convient de citer un exemple de formule ainsi calculée en théorie, sans que nul résultat pratique en découle, alors même que la matière fût pure et vivement attendue par l'industrie.

(1) *Fabrication du carbure de calcium cristallisé* C^2Ca. Opinion de M. Verneuil, docteur ès-sciences. Mémoire autographié communiqué par M. L. M. Bullier, p. 9.

„ L'acide citrique est une matière de prix élevé et de grande utilité. En 1784, Scheele le découvre ; est-ce à dire que tout progrès scientifique et industriel est depuis cent dix-sept ans arrêté, et que tout brevet sera périmé ? Nullement.

„ Gaston Salet, vers 1867 (*Diction. de Würtz*, 1re édition, t. I, p. 934), raisonnant sur les travaux antérieurs, déclare que l'acide citrique, d'ailleurs bien connu, analysé et cristallisé, a pour formule développée :

$$\begin{array}{c} H \\ H - C - CO^2H \\ HO - C - CO^2H \\ H - C - CO^2H \\ H \end{array}$$

„ Ce n'est qu'après plus de dix ans que MM. Grimaux et Adam ont réalisé la synthèse de ce corps par une méthode à eux, parmi les nombreuses voies qui, en chimie, permettraient de construire cette formule. Cette fois les conjectures de Salet reçoivent une sanction réelle, et nul chimiste ne songe à dire que le travail de Grimaux est prévu et sans valeur...

„ Je déclare avec la plus loyale conviction, que je ne crois pas que le carbure de calcium C^2Ca fût connu avant 1894, parce qu'il ne suffit pas d'avoir cru une chose possible, écrit une formule de prévision, au hasard des cas possibles, mais qu'il faut avoir démontré qu'elle est, comment elle est, et comment on peut la réaliser (1). „

Voici les conclusions de M. Étard :

“ C'est la recherche, c'est le fait d'avoir par sa pensée et son travail, réussi à créer quelque chose d'utile qui fait l'invention et non pas d'avoir cru, sur le papier, que certaines matières se combineraient selon les poids moléculaires admis. La théorie comporte plusieurs solutions : sans le travail de l'inventeur, elle est indéterminée et sans effet. C'est pour découvrir ces solutions qu'il y a des chimistes et des inventeurs.

„ Aucun argument sérieux ne peut être tiré de ce fait que des nombres chimiques existent, pour invalider une découverte expérimentale. „

Opinion de M. le professeur Ostwald.

“ Le brevet français 236,160, délivré à M. L. M. Bullier en

(1) Cf. Étard, *op. cit.*, p. 3.

date du 9 février 1894, renferme une prescription déterminée pour la fabrication des carbures et particulièrement du carbure de calcium, et indique que le carbure liquide à la température de formation forme une masse cristallisée de couleur foncée et de composition CaC^2. C'est la première description imprimée qui ait été publiée relativement à la matière en question, à l'état industriellement pur. Le mélange de 56 parties de chaux et de 36 parties de charbon indiqué dans le brevet, est actuellement utilisé d'une manière générale (1). „

Opinion de M. le professeur Borchers.

" J'affirme que le brevet n° 77,168 est la première publication qui mentionne un carbure de calcium liquide à la température de formation et cristallisé après refroidissement qui corresponde dans toute sa masse à la formule CaC^2, et non pas une substance qui ne renferme ce composé que comme partie constituante secondaire.

„ Bullier a indiqué indiscutablement le moyen de remédier aux inconvénients inhérents aux produits désignés jusque-là sous le nom de carbure de calcium, et cela en donnant à son carbure de calcium la forme liquide au moment de la fabrication, cristallisée et homogène après le refroidissement...

„ Avant l'année 1895, je n'ai découvert dans aucun catalogue de fabriques de produits chimiques, qui me soit connu, la mention de carbure de calcium sous une forme quelconque, désigné comme produit manufacturé et commercial ; aucune collection scientifique d'écoles supérieures allemandes ne possédait de spécimen de carbure de calcium, à l'exception peut-être de l'Institut chimique de Göttingue (2). „

Opinion de M. le professeur G. von Knorre.

M. G. von Knorre rend d'abord compte des expériences personnelles qu'il a voulu faire pour contrôler d'une façon certaine la valeur et la différence des procédés Willson, Moissan et Bullier pour la fabrication du carbure de calcium. Il conclut ensuite :

" Il ressort en toute certitude de ce qui a été dit, que dans la fabrication du carbure de calcium, il faut éviter un excès quelconque de carbone ; si on veut en se conformant aux indications

(1) Revue générale de Chimie pure et appliquée, t. IV, p. 127.
(2) Ibid.

de Willson éviter la fusion du bain en ajoutant un excès de carbone, on obtient du carbure inutilisable, car seul un produit cristallisé fondu peut être employé dans l'industrie.

„ Les indications de Willson dans la patente américaine n° 492,377 prescrivent donc, à mon avis, juste le contraire de ce qui doit être observé dans la fabrication du carbure...

„ D'après les indications de Moissan, le carbure qui se forme aux électrodes doit être liquide au rouge ; or comme le carbure pur ne commence à fondre qu'à des températures bien au-dessus du rouge, et comme celles-ci ne peuvent être obtenues que par voie électro-thermique, on doit en conclure que le produit observé par Moissan ne consistait pas en carbure de calcium pur (1). „

La découverte de M. Bullier a donc une très réelle et très grande valeur.

Nous avons tenu à donner, sinon *in extenso*, ce qui aurait de beaucoup dépassé les proportions qu'il nous est ici permis d'atteindre, du moins par larges extraits, les opinions des principaux savants français et étrangers, sur la découverte du carbure de calcium. L'argument d'autorité a aussi sa valeur en pareille matière. Nous ne doutons pas du reste que le nombre des adhésions n'eût été plus considérable encore, si le chiffre des savants appelés à se prononcer dans le débat avait été plus élevé.

La décision de la cour d'appel de Paris est venue sanctionner cet avis motivé par des considérations si pressantes.

Sans doute la cour suprême de Leipzig a jugé bon, en Allemagne, de confirmer l'annulation du brevet allemand, accordé sans la moindre difficulté (et l'on sait si le *Patentamt* est difficile) à un moment où l'on ne connaissait pas encore la valeur du produit présenté ; mais ni l'annulation, ni le jugement qui la confirme n'ont, dans l'espèce, à être pris en considération, lorsqu'il s'agit de déterminer le caractère d'une invention dont la propriété exclusive accordée à un étranger blesserait les intérêts de l'Empire. Ce n'est du reste point la première fois que le fait se produit. Par horreur du monopole, on a fait tomber le brevet Bullier comme on avait fait tomber les brevets Auer, Édison et plusieurs autres encore, alors que ces brevets étaient reconnus et confirmés dans la plupart des autres puissances.

(1) Revue générale de Chimie pure et appliquée, t. IV, p. 340.

Les considérants que la cour suprême donne pour base à son arrêt peuvent se réduire à quatre :

I. On savait au moment où le brevet a été déposé, que les carbures des métaux alcalino-terreux pouvaient être obtenus en faisant chauffer à une haute température un mélange de leurs oxydes ou carbonates, en présence du carbone.

II. Moissan et Willson ont fait connaître que le four électrique était le moyen désigné pour obtenir cette haute température.

III. Willson a fait savoir que la fusion était indispensable à la fabrication du carbure de calcium (1). Par conséquent, Bullier n'a pas le premier mis ce fait en évidence.

IV. Le carbure de calcium cristallisé que Bullier prétend avoir fabriqué le premier était du moins connu d'après sa formule ; donc il n'est pas nouveau.

Du reste, ce fait n'est pas d'une importance assez grande pour faire époque, comme l'est par exemple la première découverte du rouge congo pour la teinture sans mordançage de la laine (2).

Les arguments que nous avons précédemment discutés nous dispensent d'établir le mal fondé de ces observations. Nous n'avons pas à les rappeler de nouveau. Quant à l'exemple mis en avant, l'extension prise, en Allemagne même, par le carbure de calcium et les applications multiples qu'on en a cru devoir faire, démontrent assez que la découverte telle que M. Bullier la revendique fait autrement époque que celle du rouge congo.

Nous ne pouvons que répéter les paroles du professeur allemand Borchers dont nul ne peut sérieusement songer à contester la sincérité ni la compétence :

« Les motifs qui ont décidé le *Patentamt* allemand à prononcer la nullité du brevet Bullier, n° 77,168, sont basés sur des suppositions en contradiction avec les faits relatifs à la fabrication du carbure de calcium, signalés comme antérieurs au 20 février 1894, jour du dépôt de la demande du brevet mentionné (3). »

En d'autres termes, le tribunal de l'Empire a cherché à M. Bullier ce que nous appelons dans notre langue une querelle d'Allemand.

En ce qui nous concerne, nous croyons sincèrement, et nous n'hésitons pas à le dire, à l'antériorité du brevet Bullier. Cette

(1) M. Willson dit en propres termes le contraire.

(2) Décision de la cour de Leipzig, *passim*.

(3) Revue générale de Chimie pure et appliquée, t. IV, p. 127.

opinion que nous n'avions pas partagée dès le début, nous avons cru devoir l'admettre, sur des documents nouveaux, après une étude consciencieuse de la question.

Il est certain pour nous qu'avant la prise du brevet, on ne fabriquait pas commercialement du carbure cristallisé ; qu'on n'en avait pas préparé au laboratoire, ou du moins que, si dans la masse de carbure amorphe que l'on avait obtenue, il se trouvait des cristaux comme noyés et en quantité non appréciable par rapport au volume total, ils ne pouvaient constituer un carbure cristallisé défini, comme on l'entend en langage scientifique ; en un mot, qu'on ne savait pas faire du carbure de calcium. C'est le brevet Bullier qui a donné l'élan à la fabrication, et c'est uniquement en suivant les procédés qu'il revendique, du moins dans leurs parties essentielles, qu'on a obtenu un produit homogène commercialement utilisable et scientifiquement parfait.

Édouard Capelle, S. J.

BIBLIOGRAPHIE

I

Bertrand A.-W. Russell, M. A., Fellow of Trinity College Cambridge, Essai sur les fondements de la Géométrie. Traduction par A. Cadenat, licencié ès-sciences mathématiques, revue et annotée par l'auteur et par L. Couturat, chargé de cours de philosophie à l'Université de Toulouse. Un vol. in-8° de x-274 pages. — Paris, Gauthier-Villars, 1901. Prix : 9 fr.

L'édition anglaise du livre de M. Russell a paru en 1897, sous le titre *An Essay on the Foundations of Geometry* et a été très bien accueillie par les philosophes. M. Couturat en a fait une analyse critique dans la Revue de Métaphysique et de Morale, 1898, mai, t. VI, pp. 354-380, et l'a annoncée dans le Bulletin des Sciences Mathématiques de Darboux, en 1899, t. XXIII, 1re partie, pp. 54-62. M. Lechalas lui a consacré quatre articles dans les Annales de Philosophie chrétienne (août, septembre, octobre, novembre, décembre 1898, nouvelle série, t. XXXVIII, pp. 647-660 ; t. XXXIX, pp. 75-93, 179-197, 317-334) et, sur un point particulier, un autre article dans la Revue de Métaphysique et de Morale (1898, t. VI, pp. 746-758).

Dans ce qui suit, nous ne nous proposons pas d'examiner au point de vue philosophique la traduction, ou plutôt la nouvelle édition, du livre de M. Russell : la compétence nous fait défaut pour cela et nous devons bien avouer que très souvent nous ne sommes pas parvenu à comprendre les raisonnements de l'auteur.

Mais, selon nous, la partie historique des *Fondements de la Géométrie* et la partie mathématique elle-même contiennent des assertions contestables qu'il est utile de relever. Sans cela, elles risquent de devenir classiques parmi les philosophes moins capables que MM. Russell et Couturat de suivre ultérieurement

les discussions mathématiques ou historiques relatives à la métagéométrie.

Dans nos observations critiques, nous suivrons l'ordre des divers chapitres du livre, dont nous indiquerons sommairement le contenu.

Introduction. *Définition du problème par ses relations avec la logique, la psychologie et les mathématiques* (pp. 1-8). L'auteur essaie de préciser le sens et la portée des mots *à priori* et *subjectif* qu'il emploie dans la suite et indique le plan de son ouvrage.

Chapitre I. *Histoire sommaire de la métagéométrie* (pp. 9-68). L'auteur divise cette histoire en trois périodes, synthétique, métrique et projective. Cette division ne nous paraît pas la meilleure. Selon nous, ce n'est pas en trois périodes, mais en trois groupes de recherches qu'il faut partager les travaux relatifs à la métagéométrie et il faut les caractériser, comme l'a fait M. Bonola, dans sa belle *Bibliographie* (Bollettino de M. Loria, 1899, 1900), au moyen des désignations suivantes : recherches élémentaires, recherches métrico-différentielles, recherches projectives. Dans les premières, qui se continuent jusqu'à l'époque présente, le point de départ est élémentaire, mais on se sert au besoin, de la plus savante analyse pour étudier le contenu des définitions fondamentales ; dans les autres, c'est la théorie analytique de la courbure et celle des groupes de transformations ou la géométrie projective de von Staudt qui est la base de toutes les recherches.

A. *Recherches élémentaires.* L'auteur s'occupe des travaux de Legendre, de Gauss, de Lobatchefsky et de Bolyai ; mais, selon nous, il n'en donne pas une idée exacte; ensuite, il ne dit presque rien des vrais précurseurs et des continuateurs de Lobatchefsky et de Bolyai. Les précurseurs sont Saccheri (1667-1733) et Lambert (1728-1777) : le premier a prouvé que, si l'on rejette le postulat des trois droites ou 5e postulat d'Euclide (1), deux droites d'un plan se rencontrent, ou sont asymptotes, ou enfin ont une perpendiculaire commune ; le second a montré que, dans la même hypothèse, l'aire d'un triangle est proportionnelle à son déficit angulaire, c'est-à-dire à la différence entre deux droits et

(1) Deux droites d'un plan qui font d'un même côté, avec une troisième, deux angles intérieurs dont la somme est inférieure à deux droits se rencontrent de ce côté. — On peut appeler *postulat des deux droites*, le 6e postulat d'Euclide : deux droites ne peuvent enclore un espace.

la somme de ses angles. Leurs écrits ne sont pas restés inconnus : ils ont été analysés par Camerer dans son *Euclide* (Berlin, 1824, t. I, pp. 423-426). En 1823, dans la douzième édition de sa Géométrie (p. 278), Legendre parle du théorème du déficit. On sait d'ailleurs que Lambert avait connu indirectement le livre de Saccheri et que Taurinus avait étudié celui de Lambert.

M. Russell dit de Legendre (p. 9) : " Legendre définit les parallèles comme des droites situées dans un même plan et telles que, si une troisième les coupe, la somme des angles intérieurs est égale à deux droits. „ C'est là une assertion étrange, car voici la définition des parallèles telle qu'elle se trouve dans la 1re (1794), la 3me (1800), la 12me (1823) édition de la *Géométrie* de Legendre : " Deux lignes sont dites *parallèles*, lorsqu'étant dans un même plan, elles ne peuvent se rencontrer à quelque distance qu'on les prolonge l'une et l'autre. „ M. Russell cite les deux théorèmes de Legendre sur la somme des angles d'un triangle ; mais il ne dit rien de la célèbre démonstration analytique du postulatum que l'on trouve dans toutes les éditions de la Géométrie de Legendre, et sous la forme la plus complète dans la traduction anglaise de Carlyle, publiée en 1822 à Édimbourg, par Brewster. Elle suppose un postulat, mais quand on l'affranchit de ce postulat, elle conduit naturellement, comme Gauss l'a remarqué (*Werke*, VIII, pp. 168-169), à la notion de *constante spatiale*. Ce sont les écrits de Legendre qui pendant le premier tiers du XIXe siècle ont été le point de départ et l'occasion de la plupart des recherches sur le postulatum.

M. Russell appelle Gauss l'initiateur de toute la Métagéométrie. Hélas ! depuis 1895, et surtout depuis 1897, cette légende ne peut plus être défendue. On peut bien établir, croyons-nous — M. Halsted est d'un avis contraire — que Gauss a connu la trigonométrie lobatchefskienne et ses conséquences immédiates depuis 1816 à peu près et que, probablement, il a su dès lors que le postulatum est indémontrable. Mais *il n'a rien communiqué de ses découvertes à personne;* il n'a donc pas eu la moindre influence sur J. Bolyai, bien que la méthode de celui-ci fût la même que la sienne, ni sur Lobatchefsky dont la méthode était différente de celle de Bolyai (contrairement à ce que dit M. Russell, p. 15, dernière ligne), ni sur aucun géomètre.

M. Russell, selon nous, ne rend pas justice non plus à Lobatchefsky parce qu'il ne parle avec quelque détail que du plus élémentaire des écrits du géomètre russe : les *Études géométriques* que Houel a traduites en 1866. Mais la *Pangéométrie* a été

publiée en italien par Battaglini en 1867. Ce sont ces deux livres et non (comme l'auteur le dit, p. 14) l'article de Lobatchefsky, publié en français, dans le JOURNAL DE CRELLE (1837), qui ont été le point de départ des recherches de Beltrami. M. Russell ne dit donc rien des recherches de Lobatchefsky sur les notions fondamentales de *plan* et de *droite*, contenues dans la Pangéométrie et ailleurs, ni de celles qui se rapportent à la détermination des longueurs, des aires et des volumes; rien non plus du beau théorème : " La géométrie des horicycles sur les horisphères est euclidienne. „ Pour Bolyai, l'auteur semble ne le connaître que par l'intermédiaire du livre de M. Frischauf; il ne signale pas la forme spéciale des formules du géomètre hongrois : dans celles-ci, la constante spatiale est écrite explicitement, tandis que Lobatchefsky la prend pour unité, ce qui n'est pas sans importance, comme l'a remarqué M. Lechalas. Gauss, comme on le sait maintenant, appréciait hautement le géomètre hongrois; en recevant le célèbre *Appendix* où J. Bolyai exposait en quelques pages toute la substance de la géométrie non euclidienne, il écrivit à Gerling : *Je tiens ce jeune géomètre Bolyai pour un génie de premier ordre.*

M. Russell termine ici ce qu'il appelle l'histoire de la première période. " Naturellement, dit-il, il restait possible que des développements ultérieurs révélassent des contradictions latentes dans ces systèmes. „

Non, cela n'était pas possible et cette idée ne pouvait venir à l'esprit d'aucun géomètre ayant étudié le mémoire de Lobatchefsky de 1837, ou les écrits des continuateurs de Lobatchefsky et de Bolyai. Malheureusement l'historique de M. Russell est ici très incomplet. Selon nous, il eût fallu parler au moins des géomètres suivants : Riemann, dont le mémoire publié en 1867 contient, à côté de ses célèbres recherches métrico-différentielles, le principe fondamental de la géométrie dite riemannienne, savoir que le postulat des deux droites n'est pas impliqué dans la définition de la droite; M. Flye de Sainte-Marie, dont les études interprétées par M. De Tilly, ont permis de prouver que le postulat des trois droites ne peut être démontré d'aucune manière; Schering, à qui l'on doit la relation entre les distances de $(n+2)$ points dans un espace non euclidien à n dimensions; M. De Tilly, qui retrouve la géométrie lobatchefskienne par la cinématique (1868); qui donne en 1878 un exposé synthétique et analytique des trois géométries, et qui en 1892 montre comment elles sont contenues implicitement dans les relations de

Lagrange ou de Schering, entre les dix distances de cinq points (1). On eût pu citer aussi M. Gérard, M. Barbarin, M. Hilbert, etc.

B. *Recherches métrico-différentielles* (pp. 17-35 ; 60-64). L'auteur s'occupe des recherches analytiques de Riemann, Helmholtz, Beltrami, Lie. Selon nous, comme nous l'avons dit dans une note récente (Annales de la Société scientifique de Bruxelles, 1901, t. XXV, 1re partie, pp. 144-145), ces recherches, celles de Beltrami exceptées, ne peuvent avoir une portée géométrique que si l'on y définit *géométriquement* les coordonnées qui y entrent. Or, quand on veut introduire ainsi un peu de géométrie dans ces mémoires d'analyse, on est forcé de prendre des coordonnées euclidiennes, lobatchefskiennes ou riemanniennes ; la question des postulats, même de ceux qui différencient les trois géométries, est donc tranchée dès le début des recherches analytiques de Riemann, de Helmholtz et de Lie. On s'étonne que M. Russell ne dise rien, dans ce chapitre, des travaux de M. Killing, d'autant plus que le savant professeur a publié sur la Géométrie un ouvrage *ex professo : Einführung in die Grundlagen der Geometrie* (Paderborn, 1893, 1898).

M. Russell apprécie comme il le mérite le beau mémoire de Beltrami *(Essai d'interprétation de la géométrie non euclidienne*.1868),un vrai mémoire géométrique celui-là. Mais il aurait fallu citer auparavant l'*interprétation de la géométrie euclidienne en géométrie lobatchefskienne*, trouvée à la fois par Lobatchefsky et Bolyai et dont nous avons parlé plus haut. La plupart des philosophes et des géomètres qui ont déraisonné sur la métagéométrie ne l'auraient pas fait s'ils avaient su que les propriétés des horicycles sur les horisphères sont euclidiennes. Enfin, il eût fallu parler aussi du théorème général de M. Barbarin qui contient tous ceux dont nous venons de parler : il y a, dans chaque géométrie, des surfaces dont la géométrie propre est euclidienne, lobatchefskienne ou riemannienne (2).

(1) Pour la preuve de diverses assertions des pages précédentes, voir les articles suivants : *Notice sur les recherches de M. De Tilly en Géométrie* (Revue des Questions scientifiques, 2e série, 1895, t. VII, pp. 584-595) ; *La Géométrie non euclidienne avant Lobatchefsky* (Ib., 2e série, t. VIII, pp. 603-613) ; *Sur la Géométrie non euclidienne chez Gauss* (Annales de la Société scientifique de Bruxelles, 1901, t. XXV, 1re partie, pp. 104-107) ; *Sur les recherches de Schering en Métagéométrie* (Ib., 1892, t. XVI, 1re partie, pp. 51-53).

(2) Çà et là, il y a dans cette section des assertions mathématiques que nous ne voudrions pas signer, p. ex., p. 23, une démonstration vraiment

C. *Recherches de géométrie projective* (pp. 35-60). Travaux de Laguerre, Cayley, Klein, Ball, aboutissant à la création d'une géométrie purement qualitative, où les nombres ne sont employés que symboliquement. Nous reviendrons plus loin sur le principe fondamental de ces recherches. Au n° 39, pp. 49-50, l'auteur semble dire que c'est seulement depuis l'interprétation projective des géométries non euclidiennes en géométrie euclidienne que l'on est sûr que les premières ne présentent aucune contradiction. On en est sûr, comme nous l'avons dit plus haut, depuis l'écrit de Lobatchefsky publié dans le JOURNAL DE CRELLE en 1837, à la fois pour la géométrie non euclidienne et pour la géométrie euclidienne.

Comme conclusion de ce long chapitre, M. Russell énonce ce qu'il appelle les trois axiomes de la géométrie métrique et de la géométrie projective (pp. 64-68).

CHAPITRE II. *Exposé critique de quelques théories philosophiques antérieures de la géométrie* (pp. 69-149). Kant (pp. 70-80). Riemann (pp. 80-89). Helmholtz (pp. 89-104). Erdmann (pp. 104-119). Lotze (pp. 119-140). Delbœuf (pp. 141-143 et 145). Calinon, Poincaré, Renouvier, Lechalas (pp. 143-146). Résumé (pp. 146-149). Nous renvoyons le lecteur aux analyses de MM. Couturat et Lechalas pour ce chapitre vraiment trop métaphysique pour nous. Il nous a fait penser à *Pleine mer* de Victor Hugo, dans la première *Légende des siècles* :

L'abîme ; on ne sait quoi de terrible qui gronde ;
Le vent ; l'obscurité vaste comme le monde ;
Partout les flots ; partout où l'œil peut s'enfoncer,
La rafale qu'on voit aller, venir, passer ;
L'onde, linceul ; le ciel, ouverture de tombe ;
Les ténèbres sans l'arche et l'eau sans la colombe,
Les nuages ayant l'aspect d'une forêt.
Un esprit qui viendrait planer là, ne pourrait
Dire, entre l'eau sans fond et l'espace sans bornes
Lequel est le plus sombre, et si cette horreur morne
Faite de cécité, de stupeur et de bruit,
Vient de l'immense mer ou de l'immense nuit.

Abîme, obscurité, ténèbres, cécité, immense nuit, c'est bien cela. Quand nous entrevoyons quelque lumière, nous constatons

trop expéditive de l'existence de deux sections principales seulement dans les surfaces (il peut y en avoir plus). Dans la suivante, pp. 55-56, l'auteur semble dire qu'il n'existe pas de théorie satisfaisante des quantités imaginaires.

avec plaisir que nous sommes presque toujours d'accord avec M. Russell. Mais nous trouvons étrange qu'il consacre tant de pages à Lotze, qui évidemment ne savait pas la géométrie élémentaire. Nous ne croyons pas que le postulat de Delbœuf (p. 141, note), renouvelé de Wallis, soit la meilleure base de la théorie euclidienne des parallèles; il contient trop, comme Saccheri l'a prouvé. A la page 143, M. Russell dit que la France (à laquelle il annexe la Belgique dans la note, pp. 146-148) n'a guère fait avancer la philosophie de la géométrie. Franchement, cela nous semble injuste pour MM. De Tilly, Lechalas, Poincaré, Gérard, Barbarin.

Chapitre III. A. *Les axiomes de la géométrie projective* (pp. 150-186). B. *Les axiomes de la géométrie métrique* (pp. 186-224). Chapitre IV. *Conséquences philosophiques* (pp. 225-260). Nous sommes forcés de renvoyer de nouveau nos lecteurs aux analyses de MM. Lechalas et Couturat pour la partie philosophique de ces deux chapitres. Voici quelques notes critiques.

1° Dans la première partie du chapitre III, M. Russell donne un aperçu des principes fondamentaux de la géométrie projective, rendue indépendante de la géométrie métrique. Nous ne croyons pas qu'elle en soit vraiment indépendante, d'abord parce qu'elle se base au fond sur les notions d'espace à trois dimensions, de plan, de droite, lesquelles impliquent, pensons-nous avec Cauchy, la notion métrico-géométrique par excellence, celle de distance (1). Mais la dépendance forcée des deux géométries se manifeste sous une autre forme. La célèbre construction du conjugué harmonique d'un point au moyen du quadrilatère, due à von Staudt (pp. 159-162) repose sur la propriété fondamentale de deux triangles perspectifs. Or, la démonstration de cette propriété (pp. 160-161) est incomplète et n'est suffisante qu'en géométrie riemannienne ; en géométrie euclidienne, on doit considérer de plus le cas où les plans ABC, A'B'C' sont parallèles et celui où le point O est à l'infini ; en géométrie lobatchefskienne, les deux cas où les plans ABC, A'B'C' sont asymptotiques ou divergents, et où O est à l'infini ou imaginaire. Du moment que l'on est forcé de faire ces trois hypothèses, on distingue trois géométries, contrairement à ce que dit M. Russell

(1) En géométrie projective pure, la droite est la relation qualitative de deux points, le plan la relation qualitative de trois points. Deux relations qualitatives de trois points ont une relation qualitative de deux points commune etc., etc.

(pp. 172 et 187) et l'on fait de la géométrie métrique. — Notons, en passant, que si l'on emploie la géométrie métrique, il n'est plus nécessaire de recourir à la géométrie de l'espace, ni même à la géométrie du plan, pour trouver le conjugué harmonique d'un point : la géométrie à une dimension sur la droite suffit.

2° Aux n°s 139-140, pp. 185-186, M. Russell termine ainsi la discussion de la section A du ch. III : " La géométrie projective est complètement *à priori*, la géométrie métrique contient un élément empirique. „ Nous disons plutôt : Il y a, en géométrie, une partie analytique, contenue dans les relations de Schering et de Lagrange, qui est *à priori* ; mais, comme Gauss l'a remarqué (*Werke*, II, p. 177), il faut y ajouter au moins les notions de *à droite* et *à gauche*, *en avant* et *en arrière*, *en haut* et *en bas* pour constituer une géométrie à une, à deux ou à trois dimensions (soit projective, soit métrique — c'est nous qui ajoutons ces mots).

3° En maints endroits (pp. 188, 208, etc.), il faudrait remplacer le mot *courbe* par *ligne*.

Le livre se termine par un *Lexique philosophique* dû à M. Couturat (pp. 255-260), où l'on définit les mots *accident*, *substance*, *analytique*, *synthétique*, *apodictique*, *assertorique*, *à priori*, *empirique*, *épistomologie*, *esthétique transcendantale*, *hypothétique*, *objectif*, *subjectif*, *substance*, *accident*. Dans les *Notes mathématiques* (pp. 261-263), l'auteur explique les mots *collinéation*, *congruence*, *constante spatiale* et *courbure*. Vient enfin une table analytique des matières (pp. 265-274) où M. Russell indique sous une forme aussi nette que possible le contenu de chaque paragraphe de son livre : c'est un vrai résumé de l'ouvrage tout entier.

Nous regrettons de ne pouvoir donner ici, faute de compétence philosophique, les conclusions suprêmes de l'auteur *sur les fondements de la géométrie*. Nous craignons trop de trahir sa pensée, en la traduisant dans la langue qui nous est familière. M. Russell a fait tout son possible pour rapprocher la philosophie des mathématiques et, comme MM. Lechalas et Couturat, il connaît celles-ci beaucoup mieux que la plupart des philosophes qui en ont parlé au XIXe siècle. Malheureusement, nous autres mathématiciens, nous ne sommes pas familiarisés avec la langue philosophique et, à cause de cela, il est à craindre que nous ne continuions à préférer les livres de Pasch et de Peano, qui parlent la même langue que nous, à celui de M. Russell, dans l'étude des principes fondamentaux de la géométrie.

P. Mansion.

II

ENCYKLOPAEDIE DER MATHEMATISCHEN WISSENSCHAFTEN. Band II. Heft 4. Un vol. in-8°, pp. 401-560. — Leipzig, Teubner, 31 Juli 1900. Prix : marcs 4,80.

Nous avons donné une brève analyse des livraisons antérieures de l'*Encyclopédie*, dans la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, 2e série, 1899, t. XV, pp. 591-596; 1900, t. XVII, pp. 597-601; t. XVIII, pp. 259-265. Voici quelques indications semblables pour la dernière livraison publiée il y a près d'un an.

Groupes continus de transformations, par M. L. MAURER, professeur à Tubingue (pour le texte surtout) et M. H. BURKHARDT, professeur à Zurich (principalement pour les remarques) (pp. 401-436). Résumé des travaux de Lie, de Klein et de leurs élèves. Les notes sont extrêmement précieuses, parce qu'elles indiquent la genèse des idées fondamentales de Lie et ses changements de points de vue.

Équations différentielles ordinaires avec conditions aux limites, par M. MAXIME BÔCHER, à Cambridge, Mass (pp. 437-463). 1. Historique. 2. Le mémoire fondamental de Sturm. 3. Travaux ultérieurs qui s'y rattachent. 4. Extension aux équations d'ordre supérieur au second. 5. Cas de plusieurs paramètres. 6. Solutions polynomiales. 7. Méthodes transportées des équations aux dérivées partielles, aux équations différentielles ordinaires.

Théorie du potentiel (équation de Laplace et Poisson), par M. H. BURKHARDT, professeur à Zurich et M. W. FR. MEYER, professeur à Königsberg (pp. 464-503). 1-11. Définitions et extensions diverses de la notion du potentiel. 12-13. Formules de Green et de Gauss. 14. Développement au moyen des fonctions sphériques. 15. Potentiel de la sphère et de l'ellipsoïde. 16. Images électriques de W. Thomson. 17-23. Conditions aux limites. Existence d'une solution qui les vérifie. 24-31. Principe de Thomson et de Dirichlet. Méthodes diverses (polygone ou polyèdre ; moyenne arithmétique ; méthodes combinatoires ; balayage).

Équations aux dérivées partielles avec conditions aux limites, par M. A. SOMMERFELD, professeur à Aix-la-Chapelle (pp. 504-560, inachevé). I. Théorie générale dans le cas d'une

équation aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes. II. Équations spéciales ($\Delta u \pm k^2 u = 0$, $\Delta u = ke^u$, cordes vibrantes, généralisations ; équations de la chaleur).

A la bibliographie des trois dernières sections, on peut ajouter maintenant les écrits suivants qui ont paru après juillet 1900 : la nouvelle édition du tome I du *Cours d'analyse* de M. Picard, un article du même géomètre sur l'équation $\Delta^2 u = k^u$ (BULLETIN de Darboux, septembre 1900), l'édition des *Partiellen Differential-Gleichungen* de Riemann que vient de donner M. H. Weber, enfin le mémoire de M. F. Büttner : *Studien über die Green'sche Abhandlung : Mathematical Investigations concerning the Laws of the Equilibrium of Fluids* (1832) (Leipzig, Teubner, 1900), couronné par la Société Jablonowski.

P. M.

III

MATHEMATISCHE UNTERHALTUNGEN UND SPIELE, von Dr. W. AHRENS in Magdeburg. Mit 1 Tafel und vielen Figuren im Text. Un vol. in-8° de XII-428 pages. — Leipzig, Druck und Verlag von B. G. Teubner, 1901.

Pour apprécier équitablement un livre, il convient de se demander tout d'abord, quel but l'auteur s'y est proposé, sauf à critiquer ensuite, s'il y a lieu, le choix de ce but. Le but qu'il a visé, M. Ahrens nous l'indique très explicitement dans la Préface des *Unterhaltungen und Spiele*. L'Allemagne ne possédait aucun ouvrage analogue aux *Récréations mathématiques* d'Édouard Lucas; avant tout il a désiré lui en donner un. De plus, la rédaction des *Récréations* de Lucas avait été brusquement interrompue par la mort inopinée de l'auteur. M. Ahrens s'est attaché à l'achever en écrivant les chapitres dont Lucas n'avait eu le temps que d'ébaucher le plan.

Ce double but ne mérite que des éloges.

Comment M. Ahrens l'a-t-il atteint ? Pour nous en rendre compte écoutons-le nous faire part de son dessein.

Il a voulu écrire des *Récréations*, dit-il dans la Préface. Il fallait donc écarter à la fois et les sujets trop difficiles pour être

étudiés sans fatigue et ceux qui étaient trop simples pour offrir de l'intérêt. C'est parfait.

Il a en outre désiré se faire lire et par le mathématicien de profession, et par l'amateur étranger à la science. Le caractère, d'après lui absolument élémentaire, de la plupart des problèmes étudiés dans les *Unterhaltungen* lui permettait d'y arriver sans trop de difficulté.

Peut-être; pour moi j'en doute cependant un peu. Car, du moins chez les profanes, plus d'un fera la moue, je le crains, quand parcourant la table des matières, il remarquera parmi ces problèmes prétendument si élémentaires, celui des trente-six officiers d'Euler, celui de la coloration de la carte, celui du saut du cavalier au jeu d'échecs, et d'autres encore tout aussi difficiles.

Mais enfin pour écrire un bon livre, il n'est pas indispensable d'être compris par tout le monde. Aussi en faisant cette réflexion, suis-je loin de songer à reprocher à M. Ahrens le choix des sujets. J'y suis d'autant moins porté, qu'il s'est bien aperçu lui-même que réussir à intéresser toutes les catégories de lecteurs serait le côté le plus aléatoire de son entreprise. Pour en diminuer les risques, il imprime en petits caractères les parties de l'ouvrage destinées aux seuls mathématiciens. L'idée est heureuse et encore une fois c'est parfait.

Quant au grand texte, il s'adresse à tous ceux qui ont pris plaisir aux *Récréations* de Lucas. C'est naturellement pour eux aussi, que le critique doit écrire son compte rendu, et c'est aux *Récréations* de Lucas qu'il doit comparer les *Unterhaltungen* de Ahrens.

Les *Unterhaltungen* ne ressemblent pas aux *Récréations* au point de n'en être qu'une espèce de traduction libre, mais on y reconnaît le même esprit et la même méthode. Quand bien même M. Ahrens n'aurait pas pris soin de nous le dire dans sa Préface, du premier coup d'œil on s'en serait aperçu; il s'est inspiré du mathématicien français. On trouve dans son livre le même genre de subdivision du sujet en petits paragraphes; la même manière d'interrompre les recherches algébriques ou géométriques par des anecdotes amusantes; mais, je l'ajoute à son éloge, le tout est traité avec plus d'unité, plus d'ordre, plus de méthode que dans Lucas. Ce n'est pas que j'en veuille faire un reproche bien grave à ce dernier. La deuxième moitié de son ouvrage est posthume; les éditeurs ont touché le moins possible à l'œuvre du maître, et j'approuve leur réserve. Il faut cependant savoir

gré à M. Ahrens d'avoir osé, à l'occasion, s'écarter de son modèle, car il le fait presque toujours avec bonheur.

Je disais il y a un instant, qu'à l'exemple de Lucas M. Ahrens mêle à son sujet des anecdotes intéressantes. Des *anecdotes*, c'est le mot et je l'emploie à dessein. A ce propos je ferai ici une réserve; car, encore à l'exemple de Lucas, l'auteur, dans la Préface nous promet d'écrire l'histoire des diverses récréations. S'il l'entend ainsi et dans le sens rigoureux du mot, je ne suis plus d'accord avec lui.

Les notes historiques ou plutôt anecdotiques de Lucas sont toujours agréables à lire. Parfois même, je n'en disconviens pas, elles sont vraiment instructives. J'avoue volontiers les avoir parcourues avec plaisir et elles m'ont beaucoup appris. Cependant, au risque d'étonner plus d'un lecteur, je le dirai : Lucas s'y montre surtout un charmant causeur. Il a eu en main nombre de livres anciens et y a remarqué bien des choses inaperçues avant lui; mais il les observe et les recueille en dilettante et en artiste, plutôt qu'en historien. En un mot, considérées comme sources d'information, les délicieuses petites notes dont il a émaillé ses *Récréations*, sont souvent beaucoup plus faibles.

Ici comme partout, M. Ahrens s'est inspiré des principes de Lucas; le lecteur me saura donc gré de justifier ma manière de voir.

Choisissons au hasard un chapitre des *Récréations;* celui des polyèdres réguliers et du jeu icosien d'Hamilton, par exemple.

Les polyèdres réguliers d'espèces supérieures ont été découverts par Poinsot, dit Lucas sans sourciller (t. II, p. 107). N'est-ce point là plus qu'une distraction, une véritable erreur, presque une faute d'écolier? Lucas croyait-il donc pouvoir faire de l'histoire sans ouvrir les *Harmonices mundi* de Kepler? Car je défie d'en feuilleter même superficiellement les pages, sans avoir l'attention de prime abord frappée par le dodécaèdre de troisième espèce à faces étoilées, et par le dodécaèdre de septième espèce. Leur dessin y attire et retient l'œil, presque autant que celui des belles gravures de la *Géométrie* de Rouché et de Comberousse, reproduites par Lucas au second volume de ses *Récréations*.

D'autre part les *Harmonices mundi*, cet immortel ouvrage du grand Kepler, n'est point un de ces volumes rares, introuvables, connus seulement de quelques patients chercheurs de vieux livres. Toutes les bibliothèques importantes le possèdent.

Et puisque je parle des polyèdres réguliers et de leur histoire, je ferai une autre remarque.

Édouard Lucas et M. Ahrens nous donnent tous deux quelques notions sur la manière de les construire au moyen de feuilles de papier. Excellente idée, et je n'ai qu'un regret, c'est que les savants auteurs n'aient pas jugé utile de l'approfondir davantage.

Mais comment se fait-il que ni l'un ni l'autre n'aient cru devoir citer à leur propos les *Problematum geometricorum libri quinque* de Simon Stévin, où ce sujet est traité si longuement et d'une manière si intéressante? Leur Index bibliographique lui-même ne les nomme pas.

Je ne l'ignore pas, cet ouvrage de Stévin n'a pas été traduit par Albert Girard dans l'édition des Elzévirs, ou, s'il l'a été, il n'y a été reproduit que par fragments incomplets et des plus écourtés. Je ne l'ignore pas davantage, Steichen dans son *Mémoire sur la vie et les travaux de Simon Stévin* le dit : de nos jours encore les " Problèmes de géométrie " de Stévin méritent l'attention des géomètres, et si, comme d'autres nations, les Belges savaient apprécier leurs grands hommes, ils en donneraient une nouvelle édition. Je le sais en outre, cette édition, Steichen avait commencé à la préparer lui-même : elle ne parut jamais et par suite les " Problèmes de géométrie " de Stévin sont devenus un volume assez difficile à rencontrer. Mais enfin quand on prétend faire de l'histoire, il faut bien à l'occasion savoir se donner du mal pour aller à la recherche des livres rares; et si l'on est parfois excusable de ne pas les découvrir, on l'est moins de ne pas même paraître soupçonner leur existence.

Assez querellé sur ce sujet, car je pense en définitive surtout du bien et beaucoup de bien du livre de M. Ahrens, et je m'en aperçois, je m'arrête longuement à lui adresser des reproches. Mais il fallait le dire : le côté historique est peut-être la partie un peu faible de son beau travail ; les autres sont beaucoup meilleures. Abordons-en maintenant le fond lui-même.

Il faut naturellement diviser les sujets qui y sont traités en deux groupes : celui des récréations déjà étudiées par Lucas, et celui des récréations nouvelles.

Examinons d'abord rapidement les premières.

Le spécialiste le reconnaîtra sans peine, dit M. Ahrens dans la Préface, l'auteur n'a pas reproduit servilement les récréations de Lucas, il a souvent cherché soit à les compléter, soit tout au

moins à leur imprimer un caractère personnel. C'est vrai, et il le fait parfois d'une manière fort heureuse.

Le lecteur n'attend sans doute pas de moi, que je me livre à ce propos à un travail de comparaison et d'énumération aussi fastidieux qu'inutile. Je citerai cependant le problème des huit reines et celui des carrés magiques, comme très intéressants. Presque toutes les récréations mériteraient d'ailleurs d'être mentionnées.

Les récréations nouvelles sont évidemment les plus agréables à lire. L'une d'elles entre autres, attire l'attention par son étendue et par le soin avec lequel elle est traitée. C'est la marche du cavalier au jeu d'échecs.

Le lecteur connaît l'énoncé de ce célèbre problème d'Euler.

Je me trouvais en société, raconte-t-il, quand à propos d'une partie de jeu d'échecs, quelqu'un me posa la question suivante : " Faire parcourir par le cavalier toutes les cases de l'échiquier, sans qu'il passe deux fois par la même case. „

On le sait, au moment où on le posait à Euler, le problème était loin d'être neuf, et il a été repris bien des fois depuis lors. Dans la Préface de ses *Récréations* Édouard Lucas en promettait une étude approfondie, qui aurait dû fournir la matière d'au moins un demi-volume. Il n'eut malheureusement pas le temps de l'écrire et la petite note de la fin du tome quatrième la remplace bien imparfaitement.

Il faut donc savoir gré à M. Ahrens d'avoir étudié à fond et sous toutes ses faces cet important sujet. Il nous donne successivement les solutions de Guarini, d'Euler, de Warnsdorf, de Volpicelli et Minding, de Collini, de Vandermonde, de Ciccolini et de von Forst. Je n'hésite pas à signaler ce chapitre comme l'un des meilleurs des *Unterhaltungen*.

M. Ahrens n'a cependant pas toujours la main aussi heureuse. Ainsi parmi les récréations nouvelles je remarque celle-ci : " Quand commence le vingtième siècle ? Au 1er janvier 1900, ou au 1er janvier 1901 ? „ Que le savant auteur me permette de le lui dire : le sujet manque d'intérêt et il eût mieux fait de l'omettre. Je me hâte de l'ajouter, c'est là une exception et je n'ai pas d'autre reproche de ce genre à lui adresser. Il a d'ordinaire meilleur goût dans ses choix.

Il a, entre autres, été singulièrement bien inspiré en nous donnant la dernière récréation du volume : les constructions géométriques à l'aide de feuilles de papier.

Un problème de géométrie est regardé comme possible ou

insoluble, suivant que l'on peut ou non en construire la solution par des droites et des circonférences. C'est là une pure convention, dit M. Ahrens. D'accord, mais convention bien naturelle toutefois, car la règle et le compas sont considérés à juste titre comme les seuls instruments assez précis pour exécuter graphiquement des constructions géométriques exactes et soignées.

Cette convention pourrait être modifiée.

Des géomètres se sont parfois imposé la règle seule. Tel jadis de Longchamps dans un article très remarqué, publié en 1885, dans son JOURNAL DE MATHÉMATIQUES ÉLÉMENTAIRES.

D'autres ont préféré s'en tenir à l'usage exclusif du compas. Les essais de ce genre sont tout aussi nombreux que ceux de la règle. Qu'il me suffise de rappeler l'un des plus connus : la *Géométrie du compas* de Mascheroni.

On pourrait enfin employer aussi la règle et une ouverture de compas invariable. Je sais même un assez gros volume écrit tout entier suivant cette convention ; volume ancien il est vrai, mais très curieux, publié à Venise, en 1553, par Jean-Baptiste de Benedictis. Il est intitulé : *Solutio omnium Problematum Euclidis, una tantummodo circini data apertura.*

Ce sont là autant de conventions spéciales.

Elles reviennent toutes néanmoins à limiter de diverses manières l'usage de la règle et du compas. A ce titre elles rentrent comme des cas particuliers dans la convention ordinaire et en sont des restrictions. Mais on pourrait, dit M. Ahrens, ajouter au contraire à la règle et au compas des instruments nouveaux, et les employer soit isolément, soit concurremment avec les premiers. Dans l'un et l'autre cas, des problèmes réputés aujourd'hui insolubles ne le seraient peut-être plus ; telle est, par exemple, la trisection de l'angle.

Après cette réflexion faite en guise d'exorde, M. Ahrens expose un genre de constructions géométriques totalement différent des procédés classiques : les problèmes de géométrie résolus par la méthode indienne de Sandara Row, publiée à Madras en 1893.

On n'y emploie ni règle, ni compas ; seuls un canif ou un plioir et une feuille de papier y sont autorisés. En faisant un pli dans le papier et en le comprimant avec l'ongle on obtient la ligne droite. Puis M. Ahrens indique la manière de construire, par des moyens aussi simples qu'ingénieux, le carré, le triangle isocèle, l'hexagone régulier, l'ellipse, etc. Je ne puis tout citer et les problèmes que je passe sous silence ne sont pas les moins remarquables.

Ce chapitre est probablement le plus original et le plus neuf de tout l'ouvrage ; ce sera aussi l'un de ceux qui contribueront le plus efficacement à en assurer le succès.

Un mot pour terminer de l'Index bibliographique.

Avec raison M. Ahrens y attache de l'importance. Il y a apporté tous ses soins, dit-il, et cependant il sollicite l'indulgence du lecteur pour cette partie de son travail.

C'est qu'il se heurtait à deux grosses difficultés.

La première était inhérente au sujet lui-même. La composition d'un index bibliographique est une œuvre de patience, parfois aride, souvent longue et ingrate. Presque toujours néanmoins cet index est incomplet. On renoncerait à une entreprise de ce genre, si l'un ou l'autre oubli devait valoir aux auteurs des reproches sérieux.

Mais que dire des difficultés particulières à un index bibliographique des récréations mathémathiques ?

Que faut-il, en effet, pour faire la bibliographie d'autres sciences ? Cataloguer les mémoires et les traités qui s'en occupent explicitement; parcourir méthodiquement les Revues périodiques ; le plus souvent cela suffit.

Il n'en est plus de même quand il s'agit de récréations mathématiques. Les journaux politiques, les journaux illustrés, les almanachs, que sais-je ? sont parfois aussi riches en articles importants que les journaux scientifiques eux-mêmes ! Comment en avoir connaissance ?

M. Ahrens nous apprend que la " Berliner Schachgesellschaft „ et le " Magdeburger Schachclub „ ont libéralement mis à sa disposition leurs riches bibliothèques. C'était un appoint sérieux.

Ensuite pour limiter son sujet, il s'est résigné à pratiquer un certain éclectisme à l'endroit des articles des journaux et des revues. Quand ces articles étaient de faible étendue, il les a exclus systématiquement de l'index général ; mais il les mentionne souvent, à l'occasion de problèmes particuliers, dans les notes du bas des pages.

Le même motif l'a déterminé à écarter en outre de l'Index, les travaux peu considérables, résumés ou réédités plus tard dans des ouvrages plus importants de leurs auteurs. Tel est le cas pour de nombreux articulets d'Édouard Lucas, dont on retrouve les idées dans l'*Arithmétique amusante* ou dans les *Récréations mathématiques*.

Était-ce le meilleur parti à prendre ?

Plus d'un lecteur, je n'en doute pas, préférerait se voir en

possession d'une liste plus complète ; mais à moins de grossir démesurément le volume, le système suivi par M. Ahrens me paraît le seul possible ; il a bien fait de s'y arrêter. Malgré tous ces élagages, la bibliographie des *Unterhaltungen* est encore fort riche et ne comprend pas moins de 330 numéros. C'est, à peu de chose près, trois fois l'étendue de celle des *Récréations* de Lucas.

Mais l'éparpillement des sources n'était pas la seule difficulté que M. Ahrens avait à vaincre. A Magdebourg, ville de province, il était loin des grandes bibliothèques et des centres d'information. La partie la plus difficile du sujet, la bibliographie récente, est néanmoins la mieux réussie; tandis que la bibliographie ancienne, incomparablement plus aisée à faire, me paraît moins satisfaisante.

Et d'abord je n'aperçois pas clairement à quels principes il s'y est arrêté.

Nous donne-t-il l'indication des seuls auteurs et des seules éditions qu'il a eues lui-même en main ?

J'en doute, car il reproduit, de confiance semble-t-il, certaines erreurs manifestes d'Édouard Lucas. L'une d'elles entre autres m'a étonné.

S'il est un ouvrage célèbre dans l'histoire des récréations mathématiques, ce sont bien les *Problèmes plaisans et délectables* de Bachet de Méziriac. Leur première édition parut en 1612. Édouard Lucas la croyait de Paris et M. Ahrens le répète après lui. Cette première édition est devenue rare ; si rare même, qu'il y a quelques années Cantor, dans ses *Vorlesungen über Geschichte der Mathematik*, ne craignait pas de dire qu'on n'en connaissait plus aucun exemplaire (2e éd., t. II, p. 767).

Depuis lors, Wertheim a fait savoir par l'organe de la Bibliotheca mathematica (III, t. 2, p. 148), que l'ouvrage existait à la Bibliothèque nationale de Paris : moi-même j'en ai rencontré un second exemplaire à la Bibliothèque de l'Université de Gand. Eh bien ! on le constate non sans surprise, contrairement à ce que dit Lucas, cette première édition n'est pas de Paris, mais de Lyon (1).

(1) En voici le titre complet :

Problèmes plaisans et délectables, qui se font par les nombres : Partie receuillis de diuers autheurs, et inuentez de nouveau avec leur démonstration, par Claude Gaspar Bachet Sr de Meziriac. Tres-vtiles pour toutes sortes de personnes curieuses qui se servent d'Arithmétique (marque d'imprimeur). A Lyon. Chez Pierre Rigaud, en ruë Mer-

Je l'admets donc, et je ne lui en fais aucun grief, M. Ahrens s'est servi des bibliographies antérieures pour composer la sienne. Mais alors je ne comprends plus rien à la manière dont il a dressé le catalogue des innombrables éditions des *Récréations mathématiques* de Leurechon. Des *Problèmes* de Bachet aux *Récréations* d'Ozanam, Leurechon est l'auteur qui a eu le plus de vogue ; Claude Mydorge et Denis Henrion l'ont commenté ; et il existe une liste très complète de ces éditions et de leurs commentaires, dans la Bibliothèque des écrivains de la Compagnie de Jésus des PP. De Backer et Sommervogel. M. Ahrens l'ignorait-il peut-être ?

Autre lacune.

Dans l'histoire de la science il est rare, peut-être même tout à fait inouï, de rencontrer une vérité faisant une apparition brusque et soudaine, sans avoir été préparée. Viète, Neper, Descartes, Leibniz, Newton ont eu des précurseurs. Bachet de Méziriac en a eus également.

Au XVIe siècle et aux premières années du XVIIe, presque tous les Manuels d'arithmétique ont l'un ou l'autre chapitre consacré à des " Problèmes plaisans et délectables ". Édouard Lucas les a fort négligés. Ce sont cependant des causeurs parfois bien agréables que Gemma Frisius, Jean Tranchant, Forcadel et tant d'autres ! Pourquoi M. Ahrens suit-il les errements de Lucas ? Pourquoi ne les nomme-t-il pas ?

Et puisque j'en suis arrivé à lui adresser de nouveau quelques reproches, pourquoi, toujours à l'imitation de Lucas, pourquoi dis-je, ne citer de Cardan que le seul traité *De subtilitate* ? On y trouve le jeu du baguenaudier, je le veux bien ; mais il y avait en outre tant de jolies choses à signaler dans le reste de ses œuvres ! Pourquoi ne pas nommer les *Opera omnia* ?

Je m'arrête, car en m'entendant m'attarder plus longuement à des critiques le lecteur pourrait oublier, je le crains, le bien que j'ai dit du livre de M. Ahrens. Je m'en voudrais de le quitter en lui laissant l'impression que c'est un ouvrage, somme toute, de valeur assez ordinaire. Loin de là, il est bon et même très bon ; je tiens à le répéter une fois de plus en terminant.

H. Bosmans, S. J.

ciere, au coing de la ruë Ferrandiere, à l'enseigne de la Fortune. M.DC.XII. Auec priuilège de l'autheur. In-8o de 16 pp. n. ch. et 172 pp. ch. (Bibl. de l'Univ. de Gand, Math. 910).

IV

Le système métrique des poids et mesures. *Son établissement et sa propagation graduelle, avec l'histoire des opérations qui ont servi à déterminer le mètre et le kilogramme*, par G. Bigourdan, astronome titulaire à l'Observatoire de Paris. Un volume in-8° de 458 pages, avec trois planches et huit portraits. — Paris, Gauthier-Villars, 1901.

Nous eussions volontiers offert à nos lecteurs une analyse détaillée de cet excellent ouvrage, si la Revue n'avait consacré récemment à l'histoire du système métrique un long article qu'ils n'ont pas oublié (1). On ne peut en effet donner, dans un compte rendu écourté, qu'une idée très imparfaite de l'intérêt et de la richesse d'un livre où l'on suit pas à pas, depuis ses origines jusqu'à la veille de son triomphe universel, l'une des institutions les plus utiles aux sciences, à l'industrie, au commerce, et dont l'établissement, le perfectionnement et la stabilité, renouvelée et définitivement assurée, se rattachent à des expéditions géodésiques célèbres accomplies dans les circonstances les plus difficiles, s'appuient sur des recherches de laboratoire de la plus haute valeur, rappellent l'invention et l'application des procédés de mesure les plus délicats, et trouvent leur couronnement dans la fondation et les travaux du Bureau international des Poids et Mesures, devenu le sanctuaire de la métrologie de précision.

Bien que, par le fond même du sujet, le livre de M. Bigourdan soit une œuvre scientifique très relevée, il ne s'adresse cependant pas aux seuls initiés : l'ampleur des détails et la clarté de l'exposition en font en réalité un ouvrage de haute vulgarisation, accessible au public instruit. Le charme de sa lecture est doublé par l'abondance et l'intérêt des détails historiques qui nous reportent à l'époque troublée qui a vu naître le système métrique, nous montrent aux prises avec mille difficultés et mille dangers le zèle et le courage des savants qui l'ont fondé, et nous font assister à sa propagation graduelle en dépit d'une foule d'obstacles et à travers bien des vicissitudes. Nous en recomman-

(1) De Lannoy, *Le système métrique et ses nouvelles bases scientifiques*, dans la Revue des Questions scientifiques, deuxième série, t. XV, janvier 1899, pp. 156-212.

dons vivement la lecture non seulement à ceux qui, par profession, s'intéressent aux progrès et aux méthodes de la métrologie, aux professeurs et aux élèves de l'enseignement supérieur, mais aux professeurs de l'enseignement moyen et à tous ceux qui, à un titre quelconque, au point de vue scientifique, historique ou politique, ont à s'occuper du système métrique.

Pour compléter ces indications trop sommaires, nous reproduisons l'introduction du livre de M. Bigourdan et nous transcrivons les titres généraux de ses trente-trois chapitres.

" La création du *Système métrique* remonte aujourd'hui à un siècle ; et les Poids et Mesures qui le constituent sont maintenant répandus dans le monde entier ; bientôt même, ils seront seuls en usage dans tous les pays civilisés (1).

„ Le moment est donc propice pour rappeler la fondation de ce système qui a marqué sa date parmi les créations les plus utiles à l'humanité, et dont les mérites sont universellement reconnus. D'ailleurs, aucune autre entreprise n'a porté ni plus haut ni plus loin le bon renom de la France.

„ Les principaux documents relatifs à cette création se trouvent réunis dans la *Base du système métrique*. Nous avons emprunté au MONITEUR UNIVERSEL et au JOURNAL OFFICIEL des pièces et des discussions importantes. Pour la période la plus récente, nous n'avons eu qu'à puiser dans les publications de la *Commission internationale* du Mètre et du *Bureau international* des Poids et Mesures. Relativement à ce Bureau, divers renseignements nous ont été obligeamment fournis par MM. René Benoît et Ch. Ed. Guillaume, à qui nous sommes heureux d'adresser tous nos remerciements.

„ Nous avons eu aussi à notre disposition les documents originaux, déposés à l'Observatoire en vertu d'un décret du 1er vendémiaire an XII, ainsi que d'autres pièces intéressantes données

(1) Le système métrique est aujourd'hui obligatoire dans les pays suivants, comprenant une population totale d'environ 300 millions d'habitants :

Allemagne, Autriche-Hongrie, Belgique, Brésil, Chili, Confédération Argentine, Espagne, France, Grèce, Italie, Mexique, Pays-Bas, Pérou, Portugal, Roumanie, Serbie, Suède et Norwège, Suisse, Vénézuéla.

En outre, le même système est facultatif dans les pays suivants qui, de leur côté, comprennent à peu près aussi 300 millions d'habitants :

Égypte, États-Unis d'Amérique, Grande-Bretagne et *Irlande* avec une partie des colonies, *Japon, Russie, Turquie.*

récemment à l'Observatoire par la regrettée Mme Langier, qui les tenait de son père, L. Mathieu : ce dernier, qui a eu le privilège de servir de lieu entre les fondateurs du Système métrique et l'époque actuelle, les avait reçus de Delambre lui-même. »

Ch. I. *Les précurseurs de la Réforme des poids et mesures.* — Ch. II. *Création du nouveau système des poids et mesures par l'Assemblée constituante.* — Ch. III. *Le mètre provisoire.* — Ch. IV. *La Commission temporaire des poids et mesures, jusqu'à son épuration.* — Ch. V. *La Commission temporaire, depuis son épuration. Suspension de la mesure de la méridienne.* — Ch. VI. *Reprise des travaux de la méridienne. Loi du 18 germinal an III. Création de l'Agence temporaire des poids et mesures; sa suppression.* — Ch. VII. *Nomenclature des nouvelles mesures.* — Ch. VIII. *Étude des règles destinées à la mesure des bases.* — Ch. IX. *Détermination du mètre provisoire.* — Ch. X. *Longueur du pendule qui bat les secondes à Paris.* — Ch. XI. *Détermination de l'unité de poids.* — Ch. XII. *Sur la mesure d'un méridien; opérations qu'elle nécessite.* — Ch. XIII et XIV. *Mesure de la partie nord de la méridienne par Delambre.* — Ch. XV. *Mesure de la partie sud de la méridienne par Méchain.* — Ch. XVI. *Le mètre définitif.* — Ch. XVII. *Construction des prototypes définitifs du mètre et du kilogramme.* — Ch. XVIII et XIX. *Présentation des étalons au Corps législatif; adoption légale des étalons définitifs.* — Ch. XX et XXI. *Opposition rencontrée par le nouveau système; atteintes qui y sont portées.* — Ch. XXII. *Discussion de la loi du 4 juillet 1837.* — Ch. XXIII. *Organisation de la vérification.* — Ch. XXIV. *Propagation du système métrique à l'étranger, de l'an VI à 1869.* — Ch. XXV à XXIX. *La Commission internationale et la Conférence diplomatique du mètre.* — Ch. XXX à XXXIII. *Fondation du Bureau international des poids et mesures; ses travaux métrologiques; construction des étalons définitifs.*

Une *table chronologique* des lois, décrets, ordonnances, circulaires, documents, dates remarquables, etc., relatifs aux poids et mesures, une *table alphabétique* des noms d'auteurs et une *table analytique des matières* terminent le volume.

J. T.

V

Nouvelle classification des sciences. *Étude philosophique*, par A. Naville, Doyen de la Faculté des Lettres et Sciences sociales à l'Université de Genève. Un vol. in-12 de VII-183 pages. — Paris, Alcan, 1901.

Cette nouvelle classification des sciences sera, croyons-nous, difficilement acceptée par bon nombre d'esprits. Contestable, elle l'est et dans son principe qui est subjectiviste, et même dans plusieurs de ses applications. Mais ce qui est hors de doute, c'est l'étendue des connaissances de l'auteur et la sincérité de ses appréciations.

Indiquons d'abord le plan qu'il a adopté ; nous discuterons ensuite quelques-unes des considérations sur lesquelles il l'appuie.

Toutes les connaissances dont se compose le savoir humain sont réparties par l'auteur en trois groupes généraux qu'il désigne respectivement par ces appellations : la *Théorématique*, l'*Histoire* et la *Canonique* ou *Poïétique*.

La Théorématique comprend les *Sciences des lois*, c'est-à-dire les " sciences des limites universelles et des relations nécessaires des possibilités ", et se divise en quatre groupes particuliers : 1° la *Nomologie* qui est la science proprement dite de la loi, la science de l'idée de loi ; 2° les *Sciences mathématiques* comprenant l'*Arithmologie*, la Géométrie et la Cinématique ; 3° les *Sciences psychologiques :* la Psychologie et la Sociologie avec la Linguistique, l'Économique, etc.

L'Histoire, définie par notre auteur " science des possibilités réalisées ou science des faits ", réunit en un premier groupe : l'Astronomie, la Géologie, la Géographie physique, la Météorologie, la Pétrographie, la Minéralogie, la Phytologie, la Zoologie, etc., sous l'appellation commune d'*Histoire naturelle*. Le deuxième groupe, dénommé *Histoire humaine*, comprend l'Histoire proprement dite, politique, sociale, morale, juridique, religieuse, linguistique, littéraire, artistique, etc.

Enfin le troisième groupe général des connaissances humaines, que notre auteur appelle la Canonique ou Poïétique, se compose des " sciences des possibilités dont la réalisation serait bonne, ou sciences des règles idéales d'action ".

Il comprend d'abord les *Théories des moyens ou des arts*,

lesquelles ont pour objet trois sortes d'arts différents : Arts du plaisir immédiat, arts du plaisir médiat, arts de la connaissance. Dans les premiers il faut distinguer les jeux, les arts de la sensation et les arts de la contemplation ou beaux-arts. Dans les arts du plaisir médiat ou de l'utile, l'auteur range l'Industrie, la Culture, la Médecine, la Politique, etc., et, dans les arts de la connaissance, la Logique et la Didactique.

A la suite des Arts, viennent les *Sciences morales* ou Théories de la combinaison des moyens pour la réalisation harmonique de plusieurs biens : Droit rationnel, Pédagogie, etc.

La *Morale* ou *Théorie des buts obligatoires et de leur hiérarchie* clôt la Canonique.

Ce plan de classification, qu'il est permis de considérer comme étrange, repose moins sur les objets du savoir que sur les points de vue auxquels l'esprit peut se placer. Celui auquel est arrivé l'auteur, non pas d'emblée, nous dit-il dans son Introduction, mais après de longues réflexions et hésitations, est de grouper toutes les questions scientifiques autour des trois problèmes fondamentaux, du *possible*, du *réel*, de ce qui est *bon*.

Pour lui, l'idée traditionnelle de la *loi* en matière de sciences, à savoir : l'ordre constant dans lequel se reproduisent invariablement dans les mêmes conditions les phénomènes, est une notion vieillie, surannée. La loi est, à ses yeux, un rapport ou une dépendance conditionnellement nécessaire. Définition qui nous paraît n'avoir guère d'autre avantage sur la précédente que d'être un peu moins claire. Elle repose d'ailleurs sur une aperception incomplète de l'idée de nécessité, de nécessaire. M. A. Naville met constamment sur la même ligne la nécessité d'essence, celle qui *à priori* ne peut pas ne pas être, et la soi-disant nécessité *de fait*, considérée comme telle parce que " partout et toujours " les choses se passent de telle façon, mais que l'on peut concevoir autre. Ainsi il ne fait aucune différence entre des propositions comme celles-ci :

$2 + 2 = 4$. L'un des trois côtés d'un triangle plan rectiligne est plus petit que la somme des deux autres. Par trois points non en ligne droite, on peut toujours faire passer une circonférence de cercle et on n'en peut faire passer qu'une (p. 12) ;

Et celles-là :

Un miroir plan renvoie un rayon lumineux suivant un angle égal à l'angle d'incidence. Dans un espace non clos et sous une pression constante, l'élévation de la température d'un gaz amène nécessairement une augmentation de son volume (p. 30).

De l'eau pure étant décomposée, l'oxygène et l'hydrogène s'en dégagent avec des volumes dont le rapport est de 1 à 2 (p. 35).

C'est que, pour notre auteur, " l'opération secrète de la nature, ce qui s'impose à nous, ce sur quoi nous ne pouvons rien, voilà la nécessité „, le nécessaire (p. 31).

Proposition à laquelle nous répondrons hardiment : Non ce n'est pas là le nécessaire, au sens philosophique du mot. Les vérités mathématiques comme 2 et 2 valent 4, ou : par trois points on peut toujours mener une circonférence, etc., sont de nécessité, sont d'ordre nécessaire, parce que l'esprit ne conçoit pas, ne peut pas concevoir qu'il en soit autrement.

Mais que l'angle réfléchi d'un rayon lumineux sur un miroir plan soit égal à l'angle d'incidence ; ou que les volumes d'oxygène et d'hydrogène entrant dans la composition d'une quantité d'eau donnée soient dans le rapport de 1 à 2, etc., ce sont là des faits constatés par l'observation ; mais ils n'ont rien de nécessaire, attendu qu'on n'aurait pas pu les connaître *à priori* comme conséquence de principes évidents par eux-mêmes et que, au surplus, l'esprit conçoit sans nulle difficulté quelque état différent où les choses se passeraient d'autre manière.

En un mot, une chose n'est pas *nécessaire* parce qu'elle échappe aux prises et aux moyens d'action de l'homme. Elle est nécessaire quand elle ne peut pas ne pas être ce qu'elle est. Le tout est plus grand qu'une quelconque de ses parties ; deux lignes parallèles à une troisième sont parallèles entre elles : voilà des vérités *nécessaires*.

Mais la proportion des volumes de l'oxygène et de l'hydrogène dans la composition de l'eau ; la loi de réflexion des rayons lumineux ; la loi de Mariotte concernant le volume des gaz : ce sont des vérités *contingentes*, encore qu'elles révèlent relativement à nous un caractère sinon de nécessité, du moins, s'il est permis de s'exprimer ainsi, d'imposition : elles *s'imposent* à l'expérience de l'homme qui est bien obligé d'en tenir compte. Mais un état de choses qui serait tout différent, ne répugne nullement à l'esprit ; il est concevable et point absurde : donc l'état que l'expérience nous révèle n'a rien de nécessaire en soi.

Nous ne suivrons point l'auteur pas à pas dans les exposés par lesquels il prétend justifier la classification qu'il propose. Il en résulterait une suite de discussions assurément intéressantes mais qui dépasseraient dans une proportion inusitée les limites d'un simple compte rendu. Nous avons tenu seulement à donner un aperçu du jour sous lequel l'auteur envisage le problème

qu'il s'est posé. Problème immense et auquel se sont essayés de grands esprits comme François Bacon, et plus près de nous Ampère, des esprits paradoxaux ou systématiques comme Auguste Comte, Herbert Spencer, ou d'une vaste érudition mais confus comme feu le bon abbé Moigno.

La question reste plus que jamais ouverte, et nous ne pensons pas que la *Nouvelle classification* dont nous venons de parler lui fasse faire un pas décisif.

C. DE KIRWAN.

VI

PRINCIPES D'ANTHROPOLOGIE GÉNÉRALE, par l'abbé N. BOULAY, Docteur ès-sciences, Professeur à l'Université catholique de Lille. Un vol. in-12 de XVI-334 pages. — Paris, Lethielleux. 1901.

L'Anthropologie, par cela même qu'elle est, comme l'indique son étymologie, la science de l'homme, se rattache, dans une proportion plus ou moins grande, à toutes les sciences qui ont, directement ou indirectement, l'homme pour objet :

La philosophie d'abord, que le regretté Francisque Bouillier définissait jadis : *Science de l'âme humaine et de ses rapports avec Dieu et le monde.* Définition que l'on peut estimer incomplète mais qu'on ne saurait taxer d'inexactitude, car l'étude de l'âme, c'est-à-dire de la partie la plus excellente de l'être humain, est essentiellement comprise dans la philosophie. En fait, et qu'on le veuille ou non, l'Anthropologie sous tous ses aspects se rattache à la philosophie. Philosophie vraie ou fausse suivant l'esprit avec lequel on l'envisage ; mais, plus étroitement que toute autre, la science anthropologique, science de l'homme, se rattache à la philosophie, science de l'être, de l'âme humaine et de Dieu.

La physiologie vient ensuite, en tant qu'étude de la constitution des êtres organisés, du fonctionnement de la vie organique, ce qui implique des notions générales de physique, de chimie, de biologie, de botanique et de zoologie.

Et quand de l'homme considéré isolément, nous passons à l'homme constitué en société, *aux hommes*, on est amené à se demander d'où ils tirent leur origine, quand et comment ils ont apparu dans ce monde, quelle y est leur raison d'être, leur fin.

Ici, pour quiconque n'est pas affecté d'une irrémédiable obturation intellectuelle, du parti pris avoué de rester l'esprit fermé à toute connaissance dépassant un cercle étroit et tracé d'avance, il faut tenir compte du seul et unique document qui nous renseigne sûrement sur la véritable origine du genre humain, je veux dire de la *Genèse*. A vouloir ignorer systématiquement ce document vénérable et sacré, on est réduit aux hypothèses les plus gratuites, les plus arbitraires, tranchons le mot, les plus grotesques, sur deux ou trois types imaginaires qui seraient les intermédiaires ancestraux entre le gibbon et l'homme ; et l'on en arrive à poser, sans sourciller et avec une inconscience allant jusqu'à la naïveté, des assertions comme celle-ci :

" Il est absolument certain que l'homme descend des Primates (Simiens) qui l'ont précédé (1). "

L'ethnologie, l'organisation sociale, l'économie générale, ont aussi une place dans l'Anthropologie comprise selon son entière acception.

On voit par là que, pour traiter d'un sujet tel que l'Anthropologie générale avec une compétence suffisante, il faut une culture intellectuelle des plus étendues ; tout au moins faut-il avoir eu au préalable la précaution élémentaire, toujours plus ou moins négligée par nos adversaires, de se renseigner exactement sur chacune des sciences ou doctrines connexes qui s'y rattachent.

Si nous insistons sur ce point, dans lequel M. l'abbé Boulay est évidemment hors de cause, c'est précisément pour faire ressortir le contraste frappant entre sa manière de traiter une telle matière avec une compétence absolue sur tous les sujets qu'il aborde, et la manière toute différente dont procèdent nos adversaires. Ceux-ci s'en vont dissertant, voire dogmatisant sur des questions ressortissant à la philosophie spiritualiste, à la théologie naturelle, à l'histoire philosophique et religieuse, comme pourrait faire un aveugle de naissance sur les raies du spectre ou un sourd-muet sur les règles de la composition musicale.

Ce qui fait le charme du livre nouvellement publié par M. l'abbé Boulay, c'est — sans parler d'un style toujours clair, facile, attrayant — l'impression qu'on éprouve de la maîtrise absolue de l'auteur sur chacune des choses dont il parle.

La première Partie, sur *l'Objectivité de nos connaissances*, est une réfutation péremptoire de cette fausse philosophie qui, sous les différents noms de kantisme, de criticisme, de subjecti-

(1) *L'Anthropologie et la Science sociale*, par le Dr Paul Topinard, p. 21.

visme, d'idéalisme, nie toute substance, réduit tout à un apparent phénoménisme, finalement aboutit soit à un scepticisme absolu, soit même au matérialisme, et qui, de l'aveu même d'un membre marquant de l'école positiviste la plus accentuée, a toujours été la moins propice au développement des branches supérieures du savoir (1).

La fâcheuse influence de l'idéalisme préparé par l'éclectisme de Cousin, développé et poussé jusqu'à ses dernières conséquences par le néo-kantisme de nos jours, a fait sentir son contre-coup en France, d'après M. l'abbé Boulay, jusque dans l'enseignement philosophique de nos séminaires et de nos collèges ecclésiastiques. De là un dualisme funeste : une philosophie " desséchée par une abstraction continue " restant sans contact avec les réalités d'ordre matériel et, par suite, sans action possible sur les esprits voués à la culture des sciences.

Dans sa Seconde Partie, l'auteur, partant de ce fait que l'homme n'est pas un pur esprit, mais un esprit uni à un organisme matériel, constate qu'il est par là même soumis aux lois générales qui régissent la matière et les fonctions biologiques des êtres vivants. De là réfutation des deux erreurs opposées que professent d'une part les tenants d'un spiritualisme exclusif confinant à l'idéalisme, et, d'autre part les matérialistes qui ne veulent voir dans l'être humain qu'un animal un peu plus perfectionné que les autres et soumis exclusivement comme eux aux seules lois de la vie matérielle. M. Boulay montre avec une parfaite lucidité le rôle considérable mais subordonné de la matière organisée dans le composé humain. Partant de la cellule, de son mode de formation et de développement, lequel est commun aux deux règnes organiques, il dépeint tout le mécanisme biologique de l'être vivant ; il montre l'insuffisance des théories matérialistes en biologie par de nombreux faits que ces théories n'expliqueront jamais, entre autres celui-ci : que l'on coupe la queue ou une patte à une salamandre, à un triton, à un lézard ou à un crustacé, il ne se formera pas, au point de section, un simple bourrelet osseux ; mais les tissus restés vivants reformeront, dans tous ses détails les plus compliqués, le membre amputé et mort.

Il y a aussi les phénomènes de variation et les caractères naturels ou acquis transmis par hérédité. Sur quoi le matéria-

(1) E. de Roberty, *Philosophie du Siècle*, 2e éd. Paris, 1892, citée par l'auteur.

lisme a bâti, arbitrairement et sans preuves, tout un système d'évolution partant d'une primitive monère organique, elle-même issue, on ne sait comme, du jeu des éléments minéraux, et aboutissant, de perfectionnement en perfectionnement, aux mammifères supérieurs, aux Primates et enfin à l'homme qui ne serait lui-même que le premier des Primates. Mais comment expliquer ces lois de la variation et de l'hérédité? Nul ne le peut, et les matérialistes moins que personne. Elles correspondent à un ordre, à une harmonie, à une finalité auxquels le matérialisme oppose des mots, mais dont il ne donne aucune explication véritable.

Quant à la prétention, aussi injustifiable que non justifiée, d'assimiler l'homme à un animal pur et simple, ne différant de l'animalité pure que par un degré plus élevé dans la hiérarchie des êtres vivants, M. l'abbé Boulay en fait bonne et entière justice. Le chapitre que, sous le titre de *L'homme et l'animal*, il a consacré à cette grave question, la traite à fond et d'une manière irréfutable.

Non seulement la différence de nature entre l'âme humaine et l'âme animale, fondée sur la différence d'essence entre la connaissance purement sensitive et la connaissance rationnelle, y est exposée avec toute la rigueur de la philosophie traditionnelle ; mais en outre l'auteur, prenant à partie les représentants les plus autorisés de l'école matérialiste, M. le Dr Richet, M. A. Gautier (professeur de chimie et de biologie), entre autres, les met en contradiction avec eux-mêmes et les combat par leurs propres arguments. Il fait justice, notamment, de la bizarre théorie de l'*épiphénoménisme* qui prétend réduire tous les faits de conscience à des *épiphénomènes*, c'est-à-dire à des formes accidentelles et accessoires des phénomènes purement physiologiques. Il montre avec une limpide évidence que si le bon fonctionnement de l'encéphale est la *condition* nécessaire de l'exercice de l'intelligence, de la raison, celle-ci vient d'ailleurs ; que prenant, par l'abstraction et la généralisation, possession de l'universel, des idées de vrai, de beau, de bien, d'infini, d'absolu, etc., elle provient d'une source supérieure aux sens et aux organes.

Sous ce titre : *Les hommes*, la Troisième Partie de l'*Anthropologie générale* contient tout un traité sommaire de philosophie sociale. En plus des caractères et des qualités qui constituent la personnalité de chaque être humain pris séparément, il existe un fonds commun à tous les hommes et qui, dit M. Boulay, " est un héritage „ reçu des ancêtres : remonter aux origines est donc nécessaire si l'on veut connaître l'homme tout entier.

Mais sur ces origines primitives, comme sur la destinée qu'implique l'existence de l'homme en ce monde, la science proprement dite est impuissante à donner une réponse satisfaisante. Ni l'histoire, ni l'archéologie, ni l'ethnologie, ni même la préhistoire ne peuvent nous renseigner à cet égard ; de là la nécessité d'une révélation, laquelle nous est, quant aux lignes essentielles, donnée par la *Genèse,* le fait de la création du monde et du premier couple humain, n'ayant pas eu de témoin. Le surplus de la Bible et, plus particulièrement, le Nouveau Testament, complètent, sous le magistère assisté de l'Église, la doctrine qui révèle à l'homme, tant individuel que social, son origine, sa fin, sa destinée, sa raison d'être en ce monde.

J'entends d'ici les récriminations de l'école matérialiste ou simplement rationaliste : " Nous faisons, nous, de la science. Ce que vous appelez révélation, assistance divine, etc. ne nous touche point ; cela ressortit à la foi, et la foi est incompatible avec la science,.... „ et autres clichés usités en pareille matière.

Mais il est trop facile de répondre que non seulement toutes les sciences au sens strict du terme, mais toutes les branches du savoir sont plus ou moins solidaires et, plus ou moins, se prêtent un mutuel concours. Un problème quelconque étant posé, si telle science donnée est hors d'état de le résoudre par les données qui lui sont propres, deux partis seulement s'offrent honnêtement à elle ou plutôt à ceux qui parlent en son nom : ou constater son incompétence et s'abstenir, ou faire appel à l'ordre différent de connaissances afférent à la question.

Libre à eux de poser, par l'organe de l'un des leurs, que " même dans leurs hypothèses les plus hardies, les sciences naturelles ne doivent faire appel qu'aux forces naturelles, tout ce qui tient à l'âme ou à la divinité leur étant étranger „ (1).

A la bonne heure. Mais alors ne sortez pas du domaine rigoureux des sciences physiques et naturelles, et ne prétendez pas résoudre par leurs méthodes spéciales des questions dont la solution n'est pas de leur ressort. Que si toutefois vous tenez à jeter quelque jour sur ces problèmes d'ordre différent que vous rencontrez à chaque pas, alors ne repoussez pas systématiquement tout appel à l'ordre spécial de connaissances auquel ils se rattachent, sous prétexte d'une incompatibilité qui n'existe que dans votre imagination.

(1) Yves Delage, *La structure du protoplasme et les théories de l'hérédité,* p. 410. Cité par l'auteur, p. 131.

Or, c'est ce que ne font pas nos adversaires. Ils commencent par déclarer bien haut qu'ils font de la " science „ et non ce qu'ils appellent de la " théologie „ (car pour eux tout ce qui est métaphysique ou philosophie spiritualiste est de la " théologie „). Et tout en ce disant, ils ne manquent pas une occasion de résoudre à leur façon, qui est la façon matérialiste, les plus graves questions de l'ordre noologique et spirituel et même celles sur lesquelles la Révélation seule peut nous guider.

Nous nous retrouvons ici aux prises d'une part avec l'idéalisme sceptique et de l'autre avec le matérialisme, celui-ci étant finalement le terme et l'aboutissant de celui-là.

Les conséquences de l'un et de l'autre sur l'état social sont des plus funestes ; et à cette occasion M. l'abbé Boulay trace un tableau aussi douloureux que véridique de l'état d'anarchie intellectuelle et morale où le matérialisme haineux des uns, le scepticisme gouailleur des autres, ont jeté, principalement en France, la société contemporaine.

Le mal est-il donc sans remède ? L'auteur ne le pense pas. Si l'ordre social a malgré tout résisté et résiste encore dans une certaine mesure à tous les agents de perversion, de négation, de subversion conjurés contre lui, c'est grâce au vieux fonds d'esprit chrétien et de vertus chrétiennes légué à la France par les ancêtres. Il faut que, laissant de côté les questions d'ordre secondaire qui les divisent, tous les chrétiens s'entendent pour revendiquer leurs droits, tous leurs droits, contre l'ennemi commun, l'athée seclaire et le franc-maçon.

Sans nous étendre sur cette partie si importante de l'ouvrage qui nous occupe, remarquons toutefois qu'elle représente le terme le plus élevé de la doctrine anthropologique de l'auteur, impliquant la seule solution vraie du problème social. Il faut, pour y parvenir, connaître l'homme dans sa double nature corporelle et spirituelle constituant un être unique, dans les rapports de cet être avec le milieu ambiant, dans ses relations avec la famille, avec la société civile. Il faut surtout ne pas fermer systématiquement les yeux à cette lumière, plus haute et d'un rayon plus étendu que la seule lumière de la raison naturelle, qui guide et complète celle-ci bien loin de la gêner ou de la diminuer, à la lumière divine dont l'Église du Christ porte le flambeau, et qui, seule, donne la solution aux questions d'un intérêt primordial pour l'homme : son origine, sa mission en ce monde, sa destinée finale.

C. de Kirwan.

VII

Minéralogie agricole, par F. Houdaille, Docteur ès-sciences, Professeur à l'École nationale d'agriculture à Montpellier. Un vol. in-12 de 299 pages, avec 107 gravures dans le texte. — Paris, Alcan, 1900.

Petite Chimie de l'Agriculteur, par V. Vaillant, Professeur à l'Institut industriel du Nord. Un vol. in-18 de 190 pages, avec 22 gravures dans le texte. — Paris, Alcan, 1901.

Différents par le titre et plus encore par l'importance matérielle, ces deux ouvrages, venus l'un du Midi l'autre du Nord, n'en ont pas moins plus d'un point de contact. Tous deux ont pour but de servir la cause de l'agriculture, l'un par la minéralogie, l'autre par la chimie. Mais chimie et minéralogie se touchent de bien près ou plutôt se compénètrent, car on ne saurait faire de minéralogie sans chimie, ni de chimie sans un peu de minéralogie. Aussi retrouvons-nous dans les 22 gravures du second ouvrage, quelques-unes des 107 du premier.

De ces ouvrages, écrits tous deux avec science et méthode, donnons une rapide analyse.

L'exposé des propriétés physiques des minéraux suivi des notions les plus indispensables de la cristallographie ouvre la *Minéralogie*. La chimie intervient alors en vue de l'analyse qualitative des minéraux au moyen de la flamme du chalumeau soit réductrice, soit oxydante, de la recherche des éléments simples ou composés entrant dans leur formation, de la reconnaissance des métalloïdes et des métaux.

Si nécessaires soient-elles, ces premières données ne suffisent pas. Il faut pouvoir attribuer à chaque corps inorganique la formule chimique qui lui correspond et établir, par une bonne classification, de l'ordre dans ses connaissances. L'auteur répartit les minéraux en deux groupes principaux : les familles des métalloïdes et les minerais métalliques. La famille de l'oxygène est surtout représentée par l'eau, celle du carbone par les charbons, les hydrocarbures, l'acide carbonique, les calcaires, etc., etc. Le gypse, les sulfures d'arsenic, les sulfates composent la famille du soufre. Il en va d'une manière analogue pour les familles du phosphore, de l'azote et des autres métalloïdes.

Sous la rubrique de chaque métal, sont décrits les minerais

dont ce métal est la base : aluminium, zinc, uranium et molybdène, nickel et cobalt, manganèse et chrome, antimoine, étain, plomb, cuivre, mercure, argent, or et platine.

La minéralogie est l'un des éléments de la géologie. L'étude des minéraux considérés d'abord séparément, conduit naturellement à celle des minéraux réunis ou groupés en formations géologiques ou roches composées, et à l'attribution de chacune d'elles à l'étage auquel elles appartiennent. C'est sur cette attribution que se termine l'ouvrage, complété par un très utile répertoire alphabétique des dénominations et termes minéralogiques qui y sont contenus.

Ajoutons que l'emploi et le mode d'action en agriculture et en industrie de chacun des corps étudiés, accompagne ou plutôt suit sa description.

Évidemment un ouvrage de cette nature serait au-dessus de la portée de la moyenne des cultivateurs munis d'une simple instruction primaire. Mais tout esprit cultivé nanti des données élémentaires des sciences physiques sur lesquelles repose cet ouvrage, l'étudiera avec fruit et en fera facilement d'utiles applications.

La *Petite Chimie* est plus élémentaire, bien qu'elle suppose encore une instruction primaire sérieuse et solide. Cet opuscule donne d'ailleurs plus que n'annonce son titre. Ce serait plutôt une petite agronomie bornée au règne végétal. Il comprend trois parties: le Sol — la Plante — les Amendements et engrais.

Dans la définition du sol — sous-sol et terre végétale — nous retrouvons d'une manière très abrégée les principales notions minéralogiques données avec détail dans l'ouvrage précédent, suivies d'un chapitre très étendu concernant l'analyse chimique du sol arable.

Tout un petit traité de physiologie végétale suit sous la rubrique : *Développement et nutrition de la plante*, avec un petit nombre de figures à l'appui mais bien choisies pour faire saisir le mode de germination de la plante ainsi que l'agencement et le fonctionnement de ses tissus.

Le traité des amendements et des engrais, des engrais surtout, occupe toute la seconde moitié du volume : engrais minéraux ; engrais animaux, engrais verts, tourteaux et marnes; engrais mixtes dans lesquels l'auteur comprend le fumier de ferme qu'il appelle avec raison l'engrais par excellence, mais qui ne nous paraît pas proprement *mixte*, étant exclusivement orga-

nique et ayant besoin souvent d'être complété par les engrais minéraux. Mais ce n'est là qu'une querelle de mots sans grande importance.

Au résumé, ce petit opuscule nous paraît excellent : méthodique, clair et pratique, il justifie pleinement son classement dans la *Bibliothèque utile* de l'éditeur Alcan dont il fait partie. Il serait à souhaiter que l'*utilité* de tous les autres ouvrages de cette " Bibliothèque „ fût également justifiée.

C. de Kirwan.

VIII

Les orages a grêle et le tir des canons, par F. Houdaille, Professeur de physique et de météorologie à l'École nationale d'agriculture de Montpellier, Docteur ès-sciences. Un vol. in-12 de 244 pages, avec 63 gravures dans le texte. — Paris, Alcan, 1901.

Le tir de canons spéciaux contre les nuages à grêle a-t-il, comme préservatif du fléau, une valeur incontestable et incontestée ? C'est douteux. Ce qui ne l'est pas c'est l'engouement, l'enthousiasme, l'emballement pourrait-on dire, des partisans de ce système de défense météorologique.

M. F. Houdaille, professeur de météorologie et chargé naguère d'une mission en Italie pour l'étude précisément du système en question, où il fonctionne sur une assez grande échelle. M. Houdaille en est un adhérent énergiquement convaincu.

Le livre qu'il a écrit sur cette matière se compose de quatre chapitres, le premier étant consacré à l'historique de l'invention et de l'organisation des tirs contre la grêle et de leurs premiers résultats.

Nous signalerons tout particulièrement à l'attention du lecteur le deuxième chapitre intitulé : *Origine et formation de la grêle.* C'est une étude météorique du plus haut intérêt, exposant et discutant les nombreuses théories proposées pour expliquer la formation des grêlons, des nuages à grêle, leurs modes divers de chute.

Le chapitre III, *Matériel de tir*, est un véritable traité théorique et pratique de balistique météorologico-agricole. Il y est constaté des effets fort curieux des mouvements d'air provoqués

par le tir des canons, notamment la formation, à la sortie de la charge, d'un *tore* ou anneau gazeux projeté avec force et à une grande distance comme ferait un projectile solide. Mais surtout les procédés d'installation et d'emploi de cette artillerie d'un nouveau genre sont décrits en grand détail.

Le quatrième et dernier chapitre complète ces indications par celle de la manière de créer et d'organiser des stations de tir dans les pays sujets aux orages à grêle, de former les associations pour en assurer le fonctionnement.

Le volume se termine par trois annexes, la première relative à la mission en Italie remplie par l'auteur en 1900, la seconde consistant dans son rapport au ministère de l'Agriculture sur les résultats obtenus en Italie, la troisième n'étant autre que le rapport sur le Congrès tenu à Padoue en novembre 1900, et où figuraient les associations de tir des divers pays.

D'après la revue belge Ciel et Terre, bien des objections à la réalité des bons effets du tir contre la grêle auraient été présentées, ou du moins tentées, à ce Congrès, par des savants sérieux et autorisés, mais auraient été dédaignées par l'enthousiasme général attribuant les insuccès soit à la construction défectueuse des canons, soit à la mauvaise qualité de la poudre employée, soit à quelque autre défaut.

Somme toute, la cause de cette curieuse innovation ne paraît pas définitivement jugée.

C. de Kirwan.

IX

Annales du Musée du Congo. Série III. *Ethnographie et Anthropologie. L'Age de la pierre au Congo,* par Xavier Stainier, docteur en sciences naturelles, membre de la Commission de la carte géologique, professeur à l'Institut agricole de l'État belge à Gembloux. Tome I, fascicule 1. Un vol. gr. in-4° de 24 pages, avec une carte et cinq planches en phototypie. — Bruxelles, 1901.

Le Musée colonial de Tervueren est en possession d'une riche collection d'objets de la période préhistorique du Congo. C'est à les faire connaître que M. Stainier consacre le consciencieux travail dont nous venons de transcrire le titre.

Après une courte introduction sur l'histoire des découvertes, depuis celle du commandant Zboïnski, en 1885, l'auteur étudie successivement les diverses stations congolaises qui ont fourni des documents de l'âge de la pierre. Dans la région des Monts de Cristal, il y en a vingt-trois, Matadi, Kenge, Zole, Sonkololo, Kimpese, Sona-Gungu, Lukungu, Bafu, la Malanga, Kinsambi, la Gongo, Banza-Kuda, Banza-Kama, Kandu-Dunga, la Lukunga, Mafirla, Manyanga Sud, Kendolo, Manyanga Nord, Boma et l'île des Princes. La région centrale du bassin du Congo a déjà révélé trois stations préhistoriques, savoir Berghe-Sainte-Marie, le mont Tenna, et Bomokandi ; enfin la région des grands Lacs a fourni des pièces dans les stations du lac Moero et du Lubudi.

Après avoir fait le dénombrement des trouvailles de l'âge de la pierre au Congo, M. Stainier examine les conclusions qui en ressortent.

Sur l'âge des objets recueillis une grande réserve s'impose encore ; toutefois on peut dire d'une façon générale que toutes les pièces trouvées jusqu'à ce jour se rapportent au néolithique. En l'absence complète de traditions chez les nègres et étant donné le manque absolu de renseignements historiques, il n'est pas davantage possible de dire jusqu'à quel moment s'est prolongé en Afrique l'usage des instruments de pierre. Cependant, il est probable que l'extrême abondance de minerai de fer situé à fleur de terre a pu mettre assez rapidement les indigènes du Congo sur la voie de la fabrication des métaux. De plus, les minerais de fer sont très aisés à réduire. Le cuivre aussi est très répandu et cela sous forme de carbonate, très facilement réductible.

Quant aux procédés de travail pour la fabrication des instruments en pierre, tout porte à croire que les peuplades préhistoriques de l'Afrique ont suivi ceux qui ont été constatés partout ailleurs.

Les matières premières employées sont les roches dévoniennes de toutes variétés, le grès, le quartz de filon, l'hématite, la diorite et l'amphiboloschiste, le silex. M. Stainier nous montre très nettement de quelle façon ces diverses matières se raccordent aux gisements relevés dans le Congo.

Quatorze types différents se retrouvent jusqu'à ce jour parmi les instruments de pierre recueillis au Congo. Il y a des haches, des pointes de lances, de javelots et de flèches. Ces dernières sont en amande, en feuilles de saule, à ailerons ou à tranchant transversal. Chose curieuse, il n'y a que fort peu d'instruments

tranchants, tandis que l'abondance des instruments à pointe saute aux yeux. M. Stainier constate aussi la grande rareté des couteaux et des lames. Que faut-il en conclure ? Une triple hypothèse est plausible : ou bien les observateurs ont négligé ces pièces qui attirent moins l'attention, ou bien les matières premières ne rendaient guère possible la confection de ces instruments, ou enfin ces outils n'ont pas été confectionnés parce que le besoin ne s'en faisait point sentir.

Il était également intéressant de relever certains caractères des stations néolithiques du Congo. M. Stainier constate que les indigènes, là comme ailleurs, ont été guidés par la proximité des matières premières, par les circonstances topographiques favorisant la défense et par la facilité de se procurer de l'eau.

L'essai de M. Stainier se termine par une vue d'ensemble sur l'âge de la pierre en Afrique. Une bibliographie très complète est donnée de tous les travaux qui ont paru jusqu'à ce jour sur le préhistorique du Congo.

Nous ne prendrons pas congé du beau travail de M. Xavier Stainier sans dire un mot des superbes photogravures dont il est orné. Une carte soigneusement dressée des stations de l'âge de la pierre dans le Bas-Congo permet de se rendre compte de l'extension de la période préhistorique. M. Stainier a été très heureusement inspiré en représentant sur cette carte la structure géologique des diverses régions. Viennent ensuite cinq planches qui figurent en grandeur naturelle une trentaine de pièces. L'exécution matérielle de ces planches admirablement soignée fait le plus grand honneur au talent artistique de M. Louis Stainier et à l'habileté bien connue de l'atelier de M. Jean Malvaux.

J. G.

X

Het Alcoholismus, door Dr Is. Bauwens. Un vol. in-8° de 472 pages. — Brussel, Drukkerij Polleunis en Ceuterick, 37, Ursulinnenstraat, 1900.

De toutes parts la lutte est engagée contre l'alcoolisme et les lamentables désastres dont il porte la lourde responsabilité. Des ligues s'organisent, les tracts sont répandus à foison, les

pouvoirs publics sont saisis de projets de loi destinés à enrayer la propagation du mal.

L'ouvrage du Dr Bauwens se présente donc dans les meilleures conditions d'actualité, et à tous ceux qui ont à cœur de défendre l'individu et la société contre leur plus grand ennemi, ce livre est appelé à rendre des services signalés.

Ce n'est pas un traité de simple vulgarisation ; nous l'appellerions volontiers, en voyant son caractère encyclopédique, la *Somme* de l'anti-alcoolisme, véritable arsenal où les soldats du bon combat iront chercher ou fourbir des armes.

L'ouvrage est fort méthodiquement divisé, après une courte introduction, en cinq parties distinctes. La première fournit sur la nature, les caractères de l'alcool et ses différentes espèces tous les détails scientifiques désirables. Cette partie se termine par l'examen de trois importantes questions : l'alcool est-il un réchauffant, est-il un cordial, est-il nutritif ? En effet, on a parfois essayé de défendre l'usage de l'alcool à ce triple point de vue. M. le Dr Bauwens montre à l'évidence que ces prétendus bienfaits de l'alcool sont absolument illusoires. L'alcool réchauffe un instant, à la façon d'un mauvais combustible, mais l'effet final est un abaissement notable de la température du corps. Même constatation, en ce qui concerne le pouvoir fortifiant de l'alcool ; s'il provoque certaine excitation musculaire, celle-ci n'est que momentanée et la dépression subséquente ne compense pas l'effet utile de l'effort passager. Au point de vue de la nutrition, il n'est pas contestable que l'alcool pris à dose très modérée, surtout dans le vin et la bière, restreint la dépense de l'albumine et à cet égard ne doit pas être condamné absolument : mais l'abus est, au contraire, très préjudiciable à la nutrition et favorise les dégénérescences graisseuses.

Le Dr Bauwens examine ensuite l'action de l'alcoolisme sur l'individu, la famille et la société. La première étude est précédée d'un examen très approfondi de l'action de l'alcool sur l'organisme, d'après les données les plus précises de la physiologie. Nous signalons comme particulièrement importantes les conclusions sur la durée de l'élimination de l'alcool, qui n'est plus jamais complète chez ceux qui abusent de cette dangereuse boisson.

Il s'est trouvé, même des médecins, pour prôner l'alcool comme remède prophylactique d'un certain nombre de maladies. L'auteur s'élève contre ce préjugé et montre, preuves irréfragables à l'appui, que l'alcool ne prémunit pas contre les maladies, con-

tagieuses ou non. En ce qui concerne les affections épidémiques, le Dr Bauwens établit fort judicieusement la complète impuissance de l'alcool pour la réduction des microbes, qui ont, au contraire, beau jeu dans les organes alcoolisés.

On lira avec un intérêt particulier les pages où le Dr Bauwens décrit les effets nuisibles de l'alcool sur l'intelligence et le chapitre qui montre les désastres pathologiques qu'engendre l'ivrognerie. A signaler aussi l'étude fort érudite sur l'alcoolisme dans l'antiquité, car hélas ! ce mal est vieux comme le monde et n'est pas seulement une tare récente.

Terrible par sa néfaste action sur l'individu, l'alcoolisme exerce de plus affreux ravages encore dans la famille, tant au point de vue physique qu'au point de vue moral. Mais surtout il crée l'hérédité alcoolique, qui perpétue ainsi la source du mal. Le Dr Bauwens cite une statistique qui établit que sur 398 alcooliques, 43 p. c. l'étaient par suite d'hérédité. Or, l'hérédité alcoolique, c'est la dépravation du caractère, la perversion morale, la dégénérescence intellectuelle, et pour le corps tout un cortège de tristes maladies. Aussi, l'alcoolisme est-il pour une race, à bref délai, la cause la plus certaine de disparition.

Le travail du Dr Bauwens se termine par l'étude des effets de l'alcoolisme sur la société au triple point de vue du bien-être matériel, du désordre moral et de l'hygiène publique. Le premier chapitre est surtout instructif ; l'auteur parcourt les divers pays et établit l'effrayante statistique de la consommation de l'alcool. Tout en déplorant que pour la Belgique cette funeste passion dévore une partie considérable de la fortune publique, il y a dans les calculs du Dr Bauwens une lueur d'espoir pour notre pays. En 1898, le rendement de l'alcool a subi une diminution de 11 216 571 fr., et de 1891 à 1899 la moyenne de l'alcool ingurgité par chaque Belge est tombée de 5,10 litres à 4,15.

C'est à l'alcool que la criminalité doit sa plus sûre expansion ; le Dr Bauwens cite une statistique de Huydecoper attribuant à l'ivresse les 4/5 des délits qui se commettent.

La santé publique n'a point de pire ennemi que l'alcoolisme : la résistance aux principes morbides est, en effet, notablement moindre chez ceux qui abusent de l'alcool ; chez eux aussi, la mortalité sévit avec plus d'intensité et la moyenne de la vie est singulièrement abaissée. Aussi Gladstone n'hésitait-il pas à dire que l'alcool est plus redoutable que les fléaux qui jadis ont décimé si horriblement l'humanité, la famine, la peste et la guerre.

Le Dr Bauwens ne s'est pas contenté de signaler le mal, il

indique le remède. A son avis, il faut également viser à réduire l'usage de l'alcool et à en diminuer la mauvaise qualité. Ce dernier résultat, qui s'obtient en limitant la teneur de l'éthylalcool, doit être avant tout poursuivi par la législature. Les sévérités de la loi s'appliquent justement à ce que l'on peut bien appeler l'empoisonnement public.

Quant aux moyens à mettre en œuvre pour restreindre l'usage de l'alcool, ils sont de deux sortes : ceux qui limitent la production de l'alcool et ceux qui cherchent à diminuer la consommation. La première mesure incombe surtout aux gouvernements qui peuvent, dans cet ordre d'idées, imposer et limiter la fabrication indigène de l'alcool, interdire absolument la fabrication et la vente de l'alcool (loi Maine), réduire le nombre des distilleries agricoles, grever ou prohiber l'alcool exotique, etc., etc. M. le Dr Bauwens ne se contente pas de formuler ces remèdes, il examine leur efficacité et, avec une grande modération, il expose les arguments qui militent en faveur des diverses mesures proposées ou qui peuvent infirmer leur efficacité.

La réduction de la consommation de l'alcool est l'œuvre de toutes les bonnes volontés. L'État peut intervenir en dégrevant les boissons fermentées, le vin et la bière, en imposant des règlements sévères aux cabarets et en édictant des lois contre l'ivresse.

L'initiative privée est aussi puissante dans l'espèce. L'auteur a d'excellentes pages pour tracer aux médecins le rôle prépondérant qui leur incombe dans la lutte contre l'alcoolisme. Sans aller jusqu'à imposer l'abstention radicale de l'alcool, l'auteur montre cependant de quelle influence sociale dispose cet exemple. Suivent d'excellents et pratiques conseils pour diriger la lutte anti-alcoolique dans le peuple, dans l'armée, dans la marine, à l'école et dans l'industrie.

On le voit, par ce court résumé que nous avons présenté du travail si complet et si substantiel du Dr Bauwens, le volume qu'il vient de faire paraître rendra les meilleurs services et, en le recommandant à tous ceux qui ont quelque souci du bien-être de leurs semblables, nous faisons les vœux les plus ardents pour sa diffusion.

J. G.

XI

Institutiones Metaphysicae specialis, quas tradebat in Collegio Maximo Lovaniensi P. Stanislaus De Backer, S. J. Tomus secundus : *Psychologia*, pars prior : de vita organica. Un volume in-8° de 266 pages. — Paris, Gabriel Beauchesne et Cie, 1901.

Ce traité de Psychologie fait suite au cours de Cosmologie analysé ici même dans la livraison de juillet 1899. Deux mots suffisent à résumer les éloges que mérite le Père De Backer : c'est la même exécution et la même pensée, exécution parfaite par la clarté, la rigueur, la perfection de la méthode ; pensée toujours vaillante et sûre d'elle-même, toujours avide de documentation sérieuse, soucieuse surtout d'unir au présent le passé de la philosophie. Quoique présenté sous une forme que d'aucuns voudraient dire surannée, ce manuel est vraiment moderne, non qu'il sacrifie rien de l'inflexible rigueur des principes et de la méthode scolastique, mais parce que ces principes sont rajeunis, et que mis au service des problèmes contemporains ils font bien augurer pour la grande restauration due à l'initiative de Léon XIII. Bien du chemin d'ailleurs a déjà été fait dans ce sens. Les philosophes commencent à soupçonner qu'il y a plus qu'une lacune entre les dernières convulsions de la pensée grecque et les premiers vagissements de la pensée moderne mise au monde par Descartes. Des savants, lassés des étroitesses du mécanisme, rêvent de principes moins subjectifs et plus compréhensifs et croient les découvrir dans la forme et la qualité. Les lecteurs de la Revue connaissent ces aspirations dont elle s'est fait l'écho dans des articles très remarqués ; et à la dernière session de la Société scientifique de Bruxelles les amis de la philosophie péripatético-scolastique ont applaudi aux hommages qui à différentes reprises sont venus saluer la grande synthèse thomiste. A ce mouvement qui désormais ne peut plus avoir qu'une marche ascendante, les manuels comme ceux du P. De Backer n'ont pas été étrangers par le passé et ne seront pas inutiles dans l'avenir.

Les psychologues de l'École expérimentale, s'ils s'aventurent chez le P. De Backer, seront peut-être déconcertés par un ordre d'idées si différent du leur. L'habitude des études positives rend méfiant à l'endroit du raisonnement déductif; qu'à cette méfiance s'ajoute le poids de préventions mal définies contre les justes revendications de la métaphysique — préventions auxquelles de

nos jours presque personne n'échappe, compliquées encore de je ne sais quel criticisme fort à la mode et dont la science n'a rien de bon à attendre — la tentation sera forte de ne voir dans le système du P. De Backer qu'une construction ingénieuse, mais extérieure aux faits et condamnée par eux. Ce serait l'effet d'un malentendu et d'une équivoque. La psychologie expérimentale n'est pas plus la psychologie rationnelle que la physique et la chimie ne sont la cosmologie, c'est-à-dire l'étude du *corps*. Le rapport est de même nature, mais plus étroit. Chacune a son domaine distinct et ses procédés de recherche. Toutes deux ne demandent qu'à vivre en paix et à s'aider par un échange de bons services, la première en procurant la connaissance exacte des faits sur laquelle doit se construire toute métaphysique digne de ce nom ; la seconde en fournissant à la première les principes directeurs qui la préserveront des aventures ridicules où engage une imagination peu réglée, en même temps qu'ils la conduiront droit aux filons riches et étendus. En sorte que leur sort est lié. Tout arrêt de l'une tôt ou tard frappera l'autre de stérilité. Par malheur, les savants des deux camps envisagent leur science d'un seul côté et s'obstinent dans cette vision bornée. Ceci nous amène à formuler un regret. Pourquoi le P. De Backer, qui possède si bien l'économie de son système et a une vue si claire de ses liaisons avec l'ensemble des connaissances humaines, n'a-t-il pas entrepris *ex professo* de dissiper tous les malentendus dans une introduction où il aurait nettement formulé son programme et exposé sous ses différents aspects la méthode qu'il emploie ? Nous y aurions vu un double avantage, le premier dans l'intérêt apologétique et polémique de cette discussion; le second dans le surcroît de facilité que ce premier secours eût apporté à tout lecteur non initié.

Mais si le livre peut gagner quelque chose en utilité, il serait difficile d'ajouter à sa valeur intrinsèque. C'est avec un vrai plaisir qu'on parcourt ces pages si pleines, où se déroule avec tant d'aisance la science du *corps vivant*. L'adresse de l'auteur s'emploie admirablement à mettre en vigoureux relief la parfaite homogénéité et l'harmonieuse simplicité de la doctrine scolastique, embrassant toute la nature dans ses formules grandioses, nettes et énergiques comme le vrai, jamais trop étroites malgré les accroissements de la pensée humaine. Alors, par exemple, que toute autre philosophie s'agite et se brise devant l'irréductible dualité de la matière et de la pensée — que les uns anéantissent la pensée, que d'autres la voient partout — seule la philo-

sophie péripatéticienne a tranché le nœud et donné au problème l'unique solution possible, qui est de placer le dualisme substantiel à tous les étages de l'être matériel. Ce grand et superbe principe, d'une fécondité indéfinie, domine et pénètre la Psychologie organique, en fait la suite naturelle de l'étude du corps brut, et plus tard l'introduira de plain-pied dans la Psychologie de l'âme humaine.

L'exécution de ce plan est trop vaste pour qu'on puisse la résumer dans un compte rendu sommaire. Indiquons du moins les grandes divisions du livre. Un premier chapitre est consacré à la notion de la vie, qui est placée dans l'immanence de l'action. La vie organique est partagée en vie végétative et en vie sensitive. De là deux grandes parties. La première a pour objet principal la défense du vitalisme, mais d'un vitalisme radicalement différent de tout vitalisme à base cartésienne. La seconde renferme tout ce qui se rapporte à l'essence de l'animal, à la sensation et au sentiment *(appetitus)*. Le dernier chapitre, remarquable par l'abondance de l'érudition et la vivacité du raisonnement, est consacré à la critique des théories évolutionnistes que le P. De Backer condamne résolument comme anti-scientifiques et anti-scolastiques.

En route, naturellement, l'auteur rencontre beaucoup de questions connexes ou subordonnées, et s'il ne traite pas toujours son sujet avec l'étendue que celui-ci comporte, du moins en dit-il assez pour en faire désirer davantage. Plusieurs articles, ceux notamment qui sont consacrés à l'hypnotisme et au sommeil, sont d'autant plus recommandables qu'ils semblaient jusqu'ici écartés systématiquement des manuels de philosophie ancienne.

Le P. De Backer a cru faire œuvre utile en donnant deux résumés, l'un de physiologie végétale, l'autre de physiologie cérébrale, clairs et précis, accompagnés d'un grand nombre de figures tout à fait réussies. C'est assez dire que l'auteur a soigné la partie scientifique de l'ouvrage, de manière à fonder son système sur une base expérimentale large et bien assise. Évidemment, le P. De Backer, métaphysicien avant tout, écrivant un traité de métaphysique, ne prétend pas suppléer aux traités de psychologie expérimentale et physiologique. Il serait donc injuste de lui demander l'analyse de toutes les théories que les cervelles fécondes des psychologues ont enfantées depuis cinquante ans, ni même l'énoncé de tous les résultats acquis jusqu'ici par les sciences d'observation. Le choix du P. De Backer, dans ce

domaine immense, est toujours subordonné aux nécessités de la démonstration; et il faut l'en féliciter, car cette sage économie a produit un livre qui est substantiel sans être indigeste, et qui sous de modestes proportions renferme beaucoup de bonne et solide doctrine.

Puisse le succès répondre à la peine et au mérite!

E. R.

XII

L'Année cartographique. Supplément annuel a toutes les publications de Géographie et de Cartographie, dressé et rédigé sous la direction de F. Schrader. Neuvième supplément, contenant les modifications géographiques et politiques de l'année 1898. — Paris, Hachette, 1900, in-fol.

Cette très utile publication se continue avec un intérêt toujours soutenu. Les progrès géographiques réalisés au cours de l'année 1898, sont consignés dans trois feuilles.

Voici d'abord due à la plume de M. Marius Chesneau, la nomenclature habituelle des diverses expéditions qui ont eu l'Afrique pour objet. Il y a peu de chose à glaner dans cette notice. Signalons toutefois la position exacte de Ksar el Kébir, la principale oasis du Sud Algérien: d'après les capitaines Germain et Laperrine, elle se trouve à 0° 6′ E. de P., soit à 0° 35′ plus à l'est que sur la belle carte d'Afrique au 2 000 000e du service géographique (tirage de 1889) de l'armée française, carte à laquelle M. le colonel de Lannoy de Bissy a attaché son nom. Il faut encore citer plusieurs positions astronomiques (11 de latitude et 3 de longitude), ayant servi de base au levé fait par M. Gentil, pendant son exploration de l'Ubangi au Tchad et notamment : embouchure de la branche orientale du Chari (lat. 13° 03′; long. 11° 53′ E. de P.); — confluent du Chari et du Bangoram (lat. 8° 42′; long. 16° 28′); — poste de Gribingui (lat. 7°; long. 17° 11′); enfin la découverte dans le Ruanda, par le capitaine Bethe, de neuf petits lacs nouveaux, dont l'un, situé dans le cratère du Kirunga, se déverse dans le Kagéra, et doit être, par le fait, considéré comme une des sources du Nil.

Si la notice de la feuille d'Afrique est de maigre importance, en revanche les six petites cartes qui l'accompagnent, et qu'a

dressées M. Chesneau, sont intéressantes : Région du Bahr el Ghazal. Itinéraire de la mission Marchand (1897-98-99) ; — Région frontière franco-libérienne, d'après les travaux des missions Blondiaux, Lartigue, Eyssèric (1897-98); — Itinéraire de la mission E. Gentil entre l'Ubangi et le Tchad (levé du cours du Chari en aval du Gribingui) (1897-98); — L'Uganda et les régions limitrophes entre le lac Rodolphe et le Nil, et notamment itinéraires de la mission Macdonald (1897-98); — Itinéraire de M. L. Darragon entre Djibouti et Addis-Ababa (1897); — Itinéraire levé par le lieutenant Duruy entre Tsaratanana et Nossi-Bé (Madagascar) (1897).

MM. F. Grenard et Claudius Madrolle ont rédigé les notes relatives à l'Asie. M. Grenard, qui a parcouru la Haute-Asie en véritable explorateur, était naturellement désigné pour nous entretenir de la traversée du Tibet septentrional, faite en 1896, par le capitaine M. S. Wellby et le lieutenant Malcolm. Ce voyage, commencé à Leh, sur l'Indus, s'est terminé à Péking ; il apporte la plus forte contribution nouvelle à la géographie pure de l'Asie centrale depuis l'exploration de Dutreuil de Rhins, dont M. Grenard fut le vaillant compagnon. La route, dont la majeure partie se trouve au nord du 35° lat., recoupe d'ouest à l'est celles suivies du nord au sud par ces derniers, par Prjévalsky, par Bonvalot et le prince Henri d'Orléans, par Rockhill et par Littledale; mais elle a été beaucoup plus facile, car il n'y a pas eu de grosses chaînes à franchir. Comme résultats de l'exploration des deux officiers anglais il faut mentionner un bon levé d'itinéraire embrassant 2870 kilomètres, dont 1670 sont entièrement nouveaux; la reconnaissance des sources du Toktomai et du Namchoutou (parcouru sur 220 kilomètres), qui sont respectivement les sources les plus occidentales et les plus septentrionales du Fleuve Bleu; la confirmation du fait, déjà signalé dans d'autres régions limitrophes du Tibet, que la région entre le lac Pangkong (sud-est de Leh) et la source du Namchoutou est soumise au régime lacustre ; la découverte de plusieurs lacs salés et d'eau douce, parfois longs de 25, 30 et 35 kilomètres ; enfin la constatation du parallèle des monts Konkchili et Dongbouré, et du caractère monotone et désolé du pays traversé : larges vallées presque plates et très élevées comme dans le Pamir, montagnes d'une altitude relative assez faible, largement étalées, neige peu abondante, froid intense, vents violents, herbe rare servant à la nourriture d'un petit nombre d'animaux sauvages, yaks, kyangs, antilopes.

Grâce aux explorations qui ont marqué les dix dernières années du défunt siècle, la masse des montagnes s'étendant entre le Turkestan et le Tibet septentrional commence à prendre une certaine forme sur nos cartes. " On remarquera, ajoute M. Grenard, l'heureux résultat que donnent des itineraires parallèles et assez rapprochés surtout dans le sens ouest-est. Ainsi Wellby a eu la bonne fortune de suivre le pied sud des monts Konkchili, alors que Hedin (l'explorateur suédois) en suivait le pied nord, et ces deux itinéraires combinés ensemble et avec ceux, plus septentrionaux, de la mission Pievtsof en 1890 et de Carey en 1885, fournissent les traits généraux de l'hydrographie et de l'orographie de toute une vaste région, où il reste sans doute bien des détails à vérifier et à compléter, mais où tout se tient sans grosses lacunes, et où les trois grands systèmes montagneux de l'Altyn tâgh, de l'Oustoun ou Arka tâgh, de Konkchili sont fixés dans leurs lignes principales. „

De 1895 à 1896, M. Claudius Madrolle a fait, en deux voyages, une exploration dans l'ouest de la Chine et dans l'île de Haï-nan. Sur le continent son itinéraire longe les grands lacs du plateau du Yun-nan pour reconnaître la direction des eaux et déterminer les grands versants de la Chine méridionale, le Fleuve Rouge, le Si-Kiang (rivière de Canton), et le Yang-tse-Kiang.

De Mong-tse-kien (8000 habitants, 1390 mètres d'altitude), une des portes du Yun-nan, à Ta-tsien-lon-ting, le grand entrepôt des produits sino-tibétains, on compte 1390 kilomètres. Le long de cette route se trouvent les importantes exploitations d'étain de la cité industrielle de Koué-tchao (1800 m. d'alt.) et, dans les montagnes jetées entre Yun-nan-sen et Houi-li-tchéon, distantes de 350 kilomètres, des sources salines à Hé-tsin, du charbon à Ho-kéou, du cuivre à Long-tong, etc. Mais le commerce est exclusivement local, car le chemin est peu parcouru et les mines exploitées superficiellement.

Quant à l'île de Haï-nan, le massif montagneux central, et le sud particulièrement sont restés rebelles à la domination et à la colonisation des Célestes, colonisation dont les débuts datent de deux mille ans. Haï-nan, ajoute M. Madrolle, avec ses populations différentes, s'élevant à un million huit cent mille âmes, et ses nombreux dialectes, est " une petite " Tour de Babel „ où chaque race cherche à dominer sa voisine, mais où tout le monde se trouve d'accord lorsqu'il y a un mauvais coup à porter aux colons et surtout à l'administration chinoise „.

M. E. Giffault a dressé cinq cartons pour la feuille d'Asie :

Traversée du Tibet par le capitaine Wellby et le lieutenant Malcolm ; — Formose d'après les cartes publiées par la Société de géographie de Tokio ; — Itinéraires de M. Cl. Madrolle au Yun-nan et au Se-tchouen ; — Sources du Brahmapoutre, d'après le levé de M. A. H. Savage Landor (1897) ; — Haï-nan, d'après l'exploration de M. Cl. Madrolle, et presqu'île de Louei-tcheou, avec la concession de Kouang-tcheou-ouan, obtenue de la Chine par la France le 10 avril 1898.

La feuille d'Amérique n'a que trois cartons, dressés par M. Victor Huot : la région andine (République Argentine) au sud du 48e parallèle, d'après un document inédit de M. H. Delachaux ; — une partie de l'Amérique centrale d'après la carte du Dr C. Sapper ; — enfin un croquis des chemins de fer argentins et uruguayens (1898).

Le premier carton fait suite à la carte de la Cordillère publiée dans l'Année cartographique (8e supplément), et qui allait du 39° au 47° lat. S. C'est au conflit de frontières chilo-argentin, vieux d'un quart de siècle, qu'on doit le progrès constant de la connaissance géographique de la Cordillère. Les recherches se poursuivent tant à l'est qu'à l'ouest, ayant surtout pour objet le mode de distribution des eaux et la configuration de la chaîne de partage ; malheureusement les matériaux s'accumulent et sont lentement publiés. Du côté argentin M. Moreno, directeur du Musée de la Plata, explore depuis trente ans la région des Andes et la Patagonie, tandis qu'il a en quelque sorte pour rival, au versant du Pacifique de la chaîne, le Dr Steffen, sur la brèche depuis bien moins de temps il est vrai.

Entre autres points intéressants, M. Huot signale : *a)* dans les Andes : l'exploration du rio *Aysen*, qui a sa source bien loin à l'est de la principale crête des Andes, et dont la vallée est importante comme voie de pénétration vers l'intérieur et comme terrain propice à la civilisation ; — la découverte, au nord est du lac Saint-Martin, du rio *Meyer*, égal en volume au Santa-Cruz, " qui coule d'abord à l'est de la Cordillère, puis la traversant par un profond cañon, se dirige alors vers le Pacifique ; nouvel exemple de la déviation de la ligne de partage dans les Andes australes " ; — absence de communication entre le rio *Corvocado* et le rio *Futaleufu* (43° lat. S.) ; — *b)* pour le bassin de l'Amazonie : affirmation par le major Orton Kerbey et M. Viellerobe que l'*Ucayali* est la véritable branche maîtresse de l'Amazone ; rectification par le Dr A. Rimbach, du cours du rio *Pastaza*, un des moins connus parmi les gros affluents du Haut Amazone ; reconnais-

sance de l'*Inambari*, un autre tributaire du grand fleuve brésilien, très mystérieux, très torrentueux, et par le fait impropre à la navigation, objet de nombreuses erreurs et controverses, parce qu'aucun blanc n'y a sans doute jamais pénétré.

Dans le croquis consacré à l'Amérique centrale sont consignés les résultats des voyages successifs entrepris par le Dr Karl Sapper dans le Mexique méridional, le Guatemala, le Honduras et le Salvador ; géologie, topographie, hydrographie, rien n'a été négligé, et l'on peut dire qu'au point de vue cartographique la plus grande partie de l'Amérique centrale a été remaniée.

Signalons enfin les diverses explorations officielles et privées qui ont eu le Yukon pour théâtre, et remarquons la rivière *Sushitna* " qui se jette dans l'océan, à l'extrémité septentrionale du Cook Inlet, et qui, malgré un cours peu développé, serait, d'après M. A. Dickey, une des plus grandes rivières de l'Alaska, et roulerait notamment une masse d'eau plus considérable que sa voisine la rivière *Copper*, déjà très abondante ".

F. Van Ortroy.

Rectification. — Dans la livraison du 20 avril 1901, pages 625-628, la Revue a consacré un article bibliographique aux deux Annuaires de l'Observatoire royal de Belgique et à l'Annuaire publié par la Société belge d'astronomie. Quelques lecteurs, nous dit-on, ont mal interprété le paragraphe consacré à ce dernier Annuaire et ont compris que les inexactitudes signalées dans la publication de la Société belge d'astronomie, se rencontraient aussi dans l'Annuaire astronomique de l'Observatoire royal. Bien qu'il faille, nous semble-t-il, faire violence au texte pour l'interpréter de telle façon, nous tenons à écarter cette équivoque : aucune de ces inexactitudes ne se trouve dans l'Annuaire de l'Observatoire royal. Les mots " tout cela ", page 627, ligne 27 de notre compte rendu, se rapportent exclusivement aux lignes qui précèdent immédiatement et où il est question du tracé d'une méridienne.

J. T.

REVUE

DES RECUEILS PÉRIODIQUES

SCIENCES NATURELLES (1)

—

Excursion
de la troisième section de la Société scientifique
dans la Vallée de la Haute Dyle
2 juin 1901

Nous avons déjà signalé dans ces colonnes (tome IV, 2e série, juillet 1893), la beauté et la variété des sites du Brabant wallon dans les bassins de la Dyle et de la Senne dont le cours supérieur traverse des roches primaires, confondues jadis sous le nom de silurien du Brabant. On a distingué depuis plusieurs assises du cambrien, correspondant au devillien et au revinien ardennais, notamment à Tubize (schistes verts), à Oisquercq (schistes noirs) et à Blammont (quartzites).

De sorte qu'il suffit de s'éloigner de quelques lieues de Bruxelles pour fouler le véritable terrain ardoisier qui s'enfonce ensuite rapidement dans le sous-sol pour se retrouver à Bruxelles à plus de cent mètres de profondeur et à plus de trois cents mètres sur notre littoral.

La confusion de ces assises ardennaises avec le véritable silurien qui affleure à Villers, à Nivelles et à Gembloux s'explique

(1) Nous supprimons un des bulletins habituels, pour faire place au récit d'une excursion faite par les membres de la troisième section de la Société scientifique et organisée par M. Proost, directeur général de l'Agriculture, président en exercice de la Société scientifique.

par la rareté des fossiles caractéristiques. De plus, le clivage des phyllades est ordinairement indépendant de la stratification et les ardoises sont dans un état d'altération tel, dans tout le massif du Brabant, qu'on ne parvient pas à les exploiter sinon pour en faire de la couleur et du ciment, comme à Ottignies et à Oisquercq.

Par contre, comme le constate M. Dewalque, les quartzites donnent lieu à d'importantes carrières de pavés, outre leur emploi comme moellons ou comme matériaux d'empierrement.

Après la mort de notre célèbre géologue Dumont, plusieurs spécialistes firent connaître l'existence de fossiles dans ces diverses assises et M. le professeur Malaise de Gembloux assimila une partie du massif du Brabant au cambrien en se basant sur la stratigraphie et sur la présence des *Oldhamia radiata* et *antiqua* (1), les traces organiques les plus anciennes connues.

La puissance approximative de certaines de ces assises est évaluée à 1000 mètres (Blammont). Les assises de Tubize et d'Oisquercq, qui se retrouvent à Ottignies, Mousty, Court-St-Étienne, etc., ont une puissance de 400 à 600 mètres.

Ces roches imposantes qui plongent et affleurent à de très courtes distances dans les deux vallées du Brabant susnommées, ne sont probablement que des bases de chaînes de montagnes très élevées qui couvraient toute la région jusqu'en Ardennes à l'époque primaire et qui ont été détruites par les invasions successives des mers des époques géologiques subséquentes combinées avec les érosions continentales des périodes d'émergence.

En descendant dans la gare d'Ottignies, on remarque à droite en sortant au niveau de la voie ferrée les affleurements d'une roche blanchâtre désagrégée formée de kaolin et de schistes altérés.

Des géologues avaient cru y voir jadis une roche d'origine éruptive, comme les diorites ou porphyres de Quenast, de Bierge et de Lessines qui semblent injectés dans les schistes et les quartz des siluriens.

(1) *Les graphtolithes de Belgique et l'échelle stratigraphique du silurien*, par le professeur Malaise. BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE (t. V, 1891).

Pour mieux orienter nos visiteurs, nous avons mis à leur disposition une coupe de la vallée de la Dyle, de Wavre à Genappe, montrant les affleurements et les contacts du silurien, du cambrien, du sénonien et des sables tertiaires.

Mais en y regardant de près on s'aperçoit qu'il n'y a là qu'un banc d'arkose en décomposition inséré dans l'assise des schistes verts de Tubize.

On sait que l'arkose est un grès feldspathique qui donne en se décomposant de l'argile blanchâtre ou terre de pipe plus ou moins pure, et du carbonate de potasse entraîné par les eaux.

En longeant ensuite le remblai du chemin de fer qui se dirige vers Namur, on passe la Dyle et l'on découvre un superbe panorama qui se déroule dans toutes les directions, aussi bien vers Nivelles que vers Namur et Wavre.

Malheureusement le déboisement des collines sablonneuses formées de terrain bruxellien s'effectue rapidement, depuis quelques années, ici comme ailleurs et ne tardera pas à enlever à cette partie du Brabant wallon son charme particulier et ses stations si précieuses pour les naturalistes de fleurs et d'insectes.

Certains propriétaires ont même déboisé des crêtes couronnées de pins et de bouleaux sans essoucher. de sorte que ces sommets, si pittoresques et si riants jadis, sont devenus mornes et stériles.

Par contre, nous découvrons bientôt d'autres crêtes récemment boisées dans la direction de la superbe chaussée de Wavre à Namur, dont les vieux ormes limitent l'horizon de la région hesbayenne, pays agricole par excellence et dont le riche manteau de limon s'étend en se morcelant sur le sable de nos terrains bruxelliens.

Il y a quelques années, ces collines, formées d'un sable purement quartzeux blanc et à gros grains, étaient complètement arides. La bruyère n'y végétait que misérablement, mais la *Molinea coerulea* et quelques autres plantes caractéristiques du sable de Campine y régnaient en maîtresses (1).

Les vieux cultivateurs du pays n'avaient garde de s'attaquer à ce sol ingrat, lorsque les collines furent achetées à vil prix par un propriétaire intelligent, actionnaire d'une fabrique d'engrais chimiques.

Le sable fut labouré profondément avec une charrue double-brabant et largement pourvu des éléments minéraux qui lui manquaient pour faire du bois. Puis, on sema le pin sylvestre et

(1) Nous avions analysé ce sable bruxellien à l'époque où se poursuivaient nos cultures expérimentales au jardin botanique de Louvain et constaté son extrême pauvreté, alors que l'attaque par l'acide fluorhydrique nous révélait de grandes quantités de potasse dans les mêmes assises.

le résultat répondit à l'attente, à la grande stupéfaction des vieux augures qui riaient dans leur barbe en voyant enfouir tant d'argent dans une calotte de sable aride.

Un résultat analogue avait déjà été obtenu, il y a plus de dix ans, dans le village de Corbais sur un terrain de sable abandonné.

On y sema, suivant nos conseils, de la vesce velue après avoir labouré profondément et répandu un mélange de kaïnite et de phosphate de scories. — La vesce velue se développa vigoureusement, fut enfouie dans le sol et l'année suivante la terre fut mise en valeur en donnant pour commencer un beau rendement de seigle (1).

Les membres de la troisième section ont pu constater, en descendant ensuite dans la vallée sur les bords de la Dyle, où les alluvions quaternaires ont déposé une argile presqu'aussi pure et certainement aussi stérile que le sable bruxellien des crêtes, le même miracle opéré par la culture scientifique et l'emploi rationnel des engrais chimiques. Mais n'anticipons pas. — En continuant à longer le chemin de fer nous découvrons une source d'eau vive qui justifie absolument la théorie de Thurmann sur l'hydrogéologie.

Les eaux pluviales lentement filtrées à travers le sol quaternaire et tertiaire (limon et sables) forment des nappes souterraines sur le plancher imperméable des schistes cambriens et viennent jaillir au flanc ou au pied des coteaux dans les vallées où affleure la tranche de ces assises primaires.

En s'élevant de quelques mètres au-dessus de la source en question, on aperçoit le bois de l'Étoile, hélas ! bien déchu de son ancienne splendeur ; ce bois, traversé par la tranchée du chemin de fer d'Ottignies à Namur, s'élève sur une haute colline de sable bruxellien couverte d'un léger manteau de limon quaternaire qui permettait aux hêtres, aux chênes, aux mélèzes et autres arbres peu exigeants de haute futaie d'y végéter superbement en formant des avenues concentriques et rayonnantes, d'où le nom de *bois de l'Étoile*.

Il est établi maintenant, surtout grâce aux fouilles de MM. Cordier et Thibeau, que ces crêtes — après avoir servi de campement à l'homme quaternaire de l'âge néolithique, dont on a d'ailleurs retrouvé abondamment les silex taillés et polis (grattoirs, couteaux, marteaux, percuteurs, polissoirs, flèches, etc.) sur toutes les crêtes du Brabant méridional — ont été dans la

(1) La ferme et le jardin. Huy, 1891, juillet : *La sidération en Belgique.*

suite le siège d'une importante station gallo-romaine datant du 1er siècle de l'ère chrétienne.

Ces messieurs y ont découvert notamment de nombreux débris d'urnes funéraires, comme à Court-St-Étienne (1) et des monnaies d'Adrien.

Nous y avons trouvé aussi un *Nerva* en parfait état de conservation.

Les membres de la Section ont pu admirer à l'aise, au cours de l'excursion, la superbe collection locale de silex de M. Félix Cordier formée par lui, depuis plus de vingt ans qu'il réside dans la région et qu'il dirige avec tant d'intelligence une industrie prospère, source première de la prospérité de ce beau village (2).

Le bois de l'Étoile repose tout entier sur une base de schiste noir cambrien de l'assise d'Oisquercq. Ces schistes sont exploités depuis longtemps sous le nom de *terres noires* pour fabriquer du ciment et de la couleur.

Jusque dans ces dernières années, l'exploitation était plutôt souterraine ; mais aujourd'hui on découvre sur le versant méridional une superbe tranchée,comparable aux plus belles carrières ardennaises, taillées dans les mêmes roches ou dans des terrains de composition analogue.

Quand on analyse, par exemple, les roches noires des environs de Bastogne et qu'on les compare à celles-ci, on est frappé de la similitude de leur composition et de la quantité de potasse qu'elles renferment.

Cependant, ces roches en se décomposant donnent généralement naissance à une argile stérile ; tandis que les schistes verts de Tubize, dont le contact s'établit à quelques pas de la carrière, en marchant vers Mousty et Court, produisent au contraire une argile jaune ou une terre grise, beaucoup plus favorable à la végétation, particulièrement à la végétation arborescente. Sans doute, les quantités de fer et de soufre plus considérables dans les terres noires expliquent ces différences de propriétés.

On a trouvé dans ces terres noires de beaux cristaux de pyrite en dodécaèdres pentagonaux et des traces de pyrite arsénicale *(mispikel)*. Mais celle-ci ne se développe en filons qu'à Court-St-Étienne où l'on sait qu'il existe une exploitation d'eaux arse-

(1) Fouilles du comte Goblet d'Alviella au lieu dit : *La Quinique.*

(2) Cette collection contient notamment des flèches en silex d'un travail admirable.

nicales dans les roches cambriennes de l'assise de Tubize. Nos visiteurs ont pu voir un échantillon de ce minerai arsenical dans notre collection formée sur place.

Suivant Thurmann, le sol agit en raison de son état physique et de son mode mécanique de désagrégation et nullement en raison de sa composition chimique et minéralogique.

C'est là une erreur facile à réfuter aujourd'hui que nous connaissons mieux les lois de la physiologie végétale et que nous savons que certaines plantes exigent la présence de certaines bases déterminées dans le sol : nous avons eu l'occasion de mettre cette vérité en lumière au cours de la présente excursion.

Cependant nous sommes loin de connaître exactement la mesure de ces exigences et la part proportionnelle des éléments physiques et chimiques dans le cycle végétal de chaque espèce cultivée.

On peut dire que le cultivateur ne pourra commander à la nature que lorsqu'il possédera les données précises de ces phénomènes complexes, et l'on ne saurait assez appeler l'attention des jeunes naturalistes sur la haute importance de ces recherches captivantes qui relèvent à la fois du domaine de la chimie, de la physique et de la biologie (1). Il y a là, on peut le dire sans hyperbole, une véritable mine d'or à creuser et qui est restée presque vierge jusqu'ici.

Nous n'en voulons d'autre preuve que la théorie exclusive du savant allemand dont M. de Contejean, professeur à la Faculté des sciences de Poitiers, a entrepris le premier la réfutation, il y a vingt ans à peine, en avouant qu'il fut longtemps partisan des idées de son illustre maître.

Thurmann s'inscrivait donc en faux contre les botanistes et les chimistes qui avaient divisé les plantes en quatre ou cinq catégories principales : calcicoles, calcifuges, silicoles, etc.

" Si les végétaux de la silice, dit-il, accompagnent toujours les terrains quartzeux et feldspathiques, c'est parce que ces terrains produisent en se désagrégeant un sol meuble, humide et profond *(eugéogène)* et non parce qu'ils recherchent la silice.

(1) C'est pourquoi nous attachons tant d'importance à la confection d'une bonne carte agronomique basée non seulement sur les recherches des géologues mais des physiciens, des chimistes et des botanistes *(Analyse du sol par la plante)*.

„ De même si les espèces végétales du calcaire se montrent également exclusives, c'est que la roche se désagrège fort peu et ne donne qu'un sol maigre, sec et peu profond *(dysgéogène)*. Mais chaque fois que les terrains siliceux se trouvent exceptionnellement massifs et résistants, ils ont la flore du calcaire et si le calcaire devient sableux et détritique, il nourrit la flore de la silice. „

Dans son excellent ouvrage sur la *Géographie botanique* (G. Baillière, édit.), M. le professeur de Contejean constate que Thurmann produit de nombreuses et curieuses observations à l'appui de cette théorie *physique*, notamment la flore du Kaiserstuhl près de Fribourg, dans le pays de Bade où l'on voit la flore du calcaire se développer sur des roches éruptives comme la *dolérite* composée de pyroxène, de feldspath labrador, etc., c'est-à-dire en somme *siliceuse*.

Mais là, comme ailleurs, on finit par découvrir la présence *du calcaire* résultant de la décomposition de ces roches à dominante de silice mais à *base* d'alcalis, de calcaires, etc.

Les terrains variés que nos excursionnistes ont rencontrés à Mousty leur ont permis d'apprécier à leur juste valeur la portée de ces théories d'outre-Rhin.

Rien de plus saisissant, par exemple, que l'aspect de la flore quand on voit apparaître ou disparaître tour à tour, la chaux, la silice, l'argile, la potasse et le fer à la surface du sol, aux contacts des terrains cambrien, bruxellien, des limons quaternaires siliceux ou calcaires, etc.

Nous avons même pu constater l'influence de la potasse et du fer sur la coloration de certaines *Composées*. La plante est une véritable *étiquette*, pour qui sait comprendre ses indications sur la nature du sol où elle végète. Parfois les oiseaux eux-mêmes se chargent de renseigner l'observateur sur la présence d'éléments ignorés dans le sol.

C'est ainsi que dans le limon calcaire qui affleure sur la rive gauche de la Dyle dans les chemins creux descendant de Céroux, les tourterelles nous ont révélé jadis la présence du sel marin, comme les pigeons l'avaient indiquée à M. le professeur Stainier dans le même limon, qui ne contient cependant que des coquilles d'eau douce, à Mont-Saint-Guibert.

Dans une alluvion noirâtre terreuse bordant la Dyle à Ottignies, il y avait jadis profusion de plantes légumineuses et la culture y semblait indiquer l'abondance de potasse, bien que cette alluvion soit par elle-même très pourvue en cet élément.

Comme l'a constaté M. E. Van den Broeck dans son rapport à la *Société centrale d'agriculture de Belgique*, cette anomalie s'explique aisément par les mélanges de sables glauconifères dont nos excursionnistes ont vérifié la présence à la base du bruxellien, au contact des schistes et phtanites noirs de Monsty.

L'analyse du sol par la plante nous a révélé ainsi la présence dans les sables du ruppelien, du tongrien et du campinien, de quantités de potasse utilisables par *certaines* plantes cultivées tout comme dans le terrain primaire des Ardennes où le sol est formé par la décomposition sur place de la roche sous-jacente (1).

La coupe des terres noires de Franquenies (Ottignies) nous permet d'observer de près le contact du cambrien et du bruxellien. Les cailloux roulés de la base du tertiaire sont formés de quartzites blancs et noirs de toutes dimensions, mais ici les phtanites roulés dominent absolument. Ce n'est guère qu'en cet endroit qu'on peut observer ces gros rognons de silex noir travaillés sur place par l'homme de l'époque néolithique.

Nous en avons fourni la preuve en montrant plusieurs objets manifestement ouvrés par ces mystérieux ancêtres de l'âge de la pierre, notamment des couteaux et les *blocs matrices* ou *nuclei* dont ils ont été détachés par des *percuteurs*.

M. le comte Goblet d'Alviella a exposé à Bruxelles, en 1897, une pointe de flèche en phtanite trouvée à Court-St-Étienne. Il nous paraît impossible d'expliquer d'une façon satisfaisante comment ces sauvages ignorant l'usage des métaux pouvaient fabriquer des armes d'un travail aussi délicat et d'une matière aussi dure.

M. Félix Cordier a trouvé sur la crête qui nous fait face un morceau de hache polie en quartzite blanc d'une pureté remarquable, dont il est aussi difficile d'expliquer l'origine que celle des haches en serpentine trouvées dans les environs.

Les phtanites noirs affleurent à deux pas de la station de Céroux-Mousty, au-dessus des schistes noirs dans lesquels ils

(1) Le champ d'expérience que nous avons institué en 1886 à la ferme Bigneron, située sur la crête de la citadelle de Namur, se trouvait dans ces conditions. L'analyse du sol nous ayant révélé la présence de la potasse dans l'arkose houillière, il nous suffit d'ajouter du phosphate pour y faire de la *sidération* et obtenir dans la suite de belles récoltes de céréales en ajoutant du nitrate de soude (voir les procès-verbaux des réunions de la commission de la carte agricole de la Belgique, 1891, BULLETINS DE L'AGRICULTURE, nº 1. *Réunion du 30 décembre 1960).*

se sont formés, comme les phtanites gris, jaunes ou rosés, dans les calcaires carboniques, dont on observe un si curieux contact à Vedrin, près de Namur; contact indiqué nettement par la séparation tranchée de la flore *calcicole* et *silicole*.

Il nous suffit de traverser la voie ferrée pour nous rendre au pont de Mousty, désormais célèbre par les révélations du général Marbot qui y monta la garde le 18 juin 1815, jusque deux heures de l'après-midi, attendant vainement l'arrivée de Grouchy par le seul passage où ses troupes pouvaient se dérober aux Prussiens et gagner rapidement le champ de bataille de Waterloo, situé à trois lieues de là.

Des deux côtés du pont s'élèvent les bâtiments de l'usine Dent Allcroft et Cie que nous traversons pour nous rendre à la prairie bordant la rivière où nous attend l'instituteur M. Borlée, dont les membres de la Société scientifique de Bruxelles connaissent déjà les heureuses expériences pédagogiques et agricoles (1).

Tous les visiteurs ont été frappés de la transformation du sol de cette prairie formée d'une argile compacte, produite par la décomposition sur place de la roche schisteuse cambrienne et des alluvions quaternaires. Encore une fois, *les anciens* souriaient lorsque le propriétaire annonça son intention de transformer ce *mastic* en jardin potager mis à la disposition des ouvriers qui voudraient travailler la terre, sous la direction de l'instituteur. Et cependant cette transformation fut l'affaire de quelques mois seulement. L'on vit se métamorphoser à vue d'œil le marécage habité par les grenouilles et couvert de plantes aquatiques ou de graminées sans valeur, en une terre meuble et fertile qui se couvrit bientôt de légumes plantureux.

Nous n'insisterons pas sur l'œuvre philanthropique que poursuit l'intelligent directeur de la mégisserie de Mousty, dans un milieu où les utopies socialistes ont aigri les esprits et démoralisé les populations agricoles, jadis fort paisibles et très attachées au sol.

Les Annales de la Société scientifique publieront à ce sujet

(1) Les collections de produits naturels de la région formées par les enfants de l'école de Mousty, ont figuré à l'Exposition d'Anvers et ont valu une médaille d'or à l'instituteur. Malheureusement la méthode que nous avions préconisée et appliquée ici avec succès ne pourra être appliquée sérieusement en Belgique que lorsqu'on se décidera à élaguer avec discernement le programme de l'enseignement primaire pour *laisser le temps* à l'instituteur de suivre nos instructions.

une notice très suggestive, en même temps que les listes des plantes et des insectes observés pendant l'excursion, qui ne peuvent trouver place dans cette REVUE. Bornons-nous à indiquer ici le facies botanique de la prairie mise en valeur.

Flore caractéristique de la prairie Cordier, amendée par le labour à la bêche, le chaulage et l'engrais chimique :

Holca lanata ; Dactylis glomerata , Avena elatior : Festuca rubra ; Poa pratensis : Lolium perenne (ivraie vivace) : Triticum repens (chiendent) : Cardamina pratensis : Heracleum spondileum ; Anthriscus sylvaticus ; Lysimachia nummularia : Rumex patientiae ; Rumex acetosella : Lappa major (bardane) ; Circium palustre (cardère) ; Caltha palustris, Ranuncula acris etc. ; Glechoma ederacea et Mentha aquatica : Veronica beccalunga ; Rhinanthus crista galli ; Plantago lanceolata et intermedia ; divers *Joncs*, *Carex* et *Equisetum* (prêles).

Dans les prairies voisines, moins argileuses et à sol plus perméable, améliorées par les engrais, on voit apparaître ou dominer plusieurs bonnes graminées et légumineuses comme la flouve odorante : Avena florescens, Poa pratensis, Alopecurus pratensis (vulpin), Phleum pratense (fléole), Cynosurus cristatus, Vicia pratensis, trifolium etc.

Sur une prairie bordant la Dyle, traitée depuis plusieurs années aux engrais chimiques par M. De Broux, ancien sénateur, on a pu constater que la limite de la zone du brouillard, matinal, et vespéral, qui rend cette partie de la vallée froide et humide, a sensiblement reculé vers la rivière. C'est là une observation curieuse sur laquelle on ne saurait assez appeler l'attention des hygiénistes et des agronomes.

A la suite de la petite conférence donnée à pied d'œuvre par M. Borlée (voir les ANNALES DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE), nous nous rendîmes directement chez M. Cordier dont la charmante habitation domine la vallée de la Dyle et d'où l'on jouit d'un panorama superbe borné au sud par le plateau de Mont-Saint-Guibert, à l'ouest par le village de Court-St-Étienne et à l'est par les hameaux montagneux et boisés d'Ottignies.

Nos excursionnistes garderont le meilleur souvenir du cordial accueil qui leur fut fait par le propriétaire de la belle collection dont nous avons parlé plus haut.

En vidant une coupe de champagne, nous eûmes le plaisir d'annoncer à nos invités que nous comptions leur faire déguster l'an prochain du vin récolté sur les coteaux et dans la vallée de Mousty. On sait, en effet, que la découverte des *ferments cham-*

pagnisateurs permet de hâter singulièrement la fabrication du vin de champagne ; et comme le raisin de serre se vend souvent à vil prix depuis que la France nous a fermé ses portes en nous faisant concurrence, il y aurait un sérieux bénéfice à utiliser le raisin Franckentaler, qui contient beaucoup de sucre — mais dont le vin manque de bouquet comme celui de tous les raisins de serre — pour la fabrication du champagne mousseux. Ainsi, chaque propriétaire de serre, embarrassé de vendre aujourd'hui son raisin à des prix rémunérateurs, pourra boire *le vin de sa treille* et ne plus passer par les mains des fabricants de champagnes, qui vendent souvent à très haut prix des vins malsains et frelatés.

Il nous a suffi de contourner le parc Cordier pour découvrir l'entrée du chemin creux qui abrite les *hôtes de mon talus.*

Nos lecteurs se souviennent de l'article que nous avons publié sous ce titre dans la Revue, en 1893.

Il s'agit des hyménoptères fouisseurs qui nichent dans les limons quaternaires dont nous avons parlé et particulièrement dans l'ancien *ergeron* ou limon stérile calcareux *à poupées.*

A peine entrés dans le susdit chemin creux, après avoir franchi d'une enjambée un *ri* (ruisseau) qui sort à quelques pas d'une des nombreuses sources de la rive gauche de la Dyle et coule sur un lit fleuri de sables blancs bruxelliens, nous nous retrouvons en face d'un nouvel affleurement de la roche ardennaise, c'est-à-dire des schistes noirs.

C'est sur ces schistes que nous voyons se dresser les talus verticaux, véritables *drifts* habités par une si grande variété d'insectes, appartenant pour la plupart à la famille des *Apides* et des *Vespides* solitaires et dont certaines espèces ont fabriqué à l'entrée de leur nid, des cheminées ajourées formées par de petites boulettes d'argile agglutinées. C'est précisément au commencement de juin que ces lilliputiens artistes se trouvent au grand complet et que leurs ouvrages extérieurs commencent à appeler l'attention des passants attentifs.

Voici d'abord les grosses cheminées de l'*Anthophora parietina* dont les femelles dimorphes ressemblent à s'y méprendre à un petit bourdon rouge *(Bombus lapidarius).*

Voici à côté la belle *Anthophora æstivalis*, habillée de velours gris superbement strié de noir, puis l'*Anthophora retusa* la plus commune de toutes, celle qui crible de ses trous et orne de ses innombrables cheminées les falaises de la blanche Albion.

Tout à côté, entre les grosses cheminées recourbées comme

les premières, nous remarquons les cheminées plus minces, plus élégantes des Vespides solitaires, des *Odynères*, ces belles guêpes noires, à la robe striée d'or et d'argent qui chassent les chenilles des charançons de la luzerne pour les hypnotiser à la façon des *Ammophiles* et des *Sphex du Midi*, rendus célèbres par M. J.-H. Fabre.

Enfin, voici la légion des parasites non moins richement vêtus, tout comme dans les sociétés humaines :

La belle *Melecta*, dont la vestiture sévère rappelle la toilette des veuves anglaises ; la rutilante *Chryside*, au corselet d'or, à l'abdomen couleur de cuivre rouge ; la *Cœlioxys*, facile à reconnaître à première vue à son abdomen grisâtre, pointu et retroussé ; l'*Anthrax*, diptère noir comme un croque-mort, plus rapide qu'un aigle et dont la larve, apode et aveugle, n'est qu'une ventouse qui aspire par endosmose les sucs des larves des anthophores dans le nid desquels leur mère les a déposés comme le coucou *(Souvenirs entomologiques*, par J.-H. Fabre, pp. 129 et ss. : " Les Anthrax ").

Le gracieux *Bombyle*, autre diptère, non moins agile mais plus beau, qui plane en vibrant comme l'oiseau-mouche ou le papillon-oiseau *(Macroglossa stellatarum)* à l'entrée des nids de ses victimes.

Puis, voici parmi les guêpes chasseresses et solitaires qui voisinent avec nos hôtes, le *Trypoxylon* noir, chasseur d'araignées comme le *Pompile*, dont les allures frétillantes et l'abdomen rouge strié de noir, constituent le signalement bien connu des entomologistes.

N'oublions pas les abeilles *Gastrolégides* qui recueillent le pollen sur les poils de leur ventre comme les *Osmies* et les *Mégachiles* ou les *Anthocopes*. Vis-à-vis de mon talus, dans le limon supérieur, caché au milieu des plantes basses, je découvre l'entrée de l'antre de l'abeille maçonne de notre région *(osmia rufa)* qui gâche l'argile avec ses mandibules mieux que beaucoup de manœuvres avec leur truelle ; cette espèce nidifie souvent entre les briques de nos murs, dans le mortier, par exemple à la halte de Mousty (gare). Quant à la *Mégachile coupeuse de fleurs*, qui tapisse ses galeries avec des tentures rouges, découpées dans les pétales des pavots pour assurer la naissance de ses petits dans la pourpre, il est difficile de la découvrir en ce moment, car elle semble changer d'habitation chaque année, tout en recherchant toujours les coteaux exposés au midi ; comme les *Anthophores* et les *Fourmis-lions*, dont les entonnoirs se

découvrent sur le flanc droit de mon talus dans le sol du bruxellien.

Le Dr Pol Demade, ancien élève de M. le chanoine J. B. Carnoy, a narré avec infiniment d'esprit à la fin du siècle dernier (1899), ses observations sur une véritable colonie de ces mégachiles tapissières, au hameau de Limauge, près de Céroux, où nous les avions découvertes au coin d'un bois de pins sylvestres.

En visitant l'affleurement des phtanites noirs à Franquenies, nous avions signalé tout à l'heure à nos visiteurs une capture intéressante faite le dimanche 26 mai 1901, précisément au contact des terres noires du cambrien et des sables de la base du bruxellien.

C'est le *Sphecodes Latreillii* (mâle et femelle) qui y volait en compagnie d'autres abeilles parasites, comme la *Nomada ruficornis*. C'est la première fois, croyons-nous, que cette rare espèce ait été capturée dans la région, précisément à la même place où nous avons découvert, l'an dernier, en si grande abondance le *loup des abeilles* ou *philanthus apivorus* (Annales de la Soc. scient., t. XXV, fasc. 1, première partie, 3e section, p. 89).

En ce moment l'on capture aussi dans nos jardins la grande courtillière ou taupe-grillon qui ravage les jardins comme la taupe en bouleversant le sol, en culbutant les semis et en découvrant ou coupant les jeunes plantes. La patte antérieure de cet orthoptère présente une curieuse démonstration de la loi formulée par Darwin en vertu de laquelle l'analogie des mœurs entraîne l'analogie de la structure chez les animaux appartenant aux classes les plus éloignées. En effet, la patte de cet articulé rappelle à s'y méprendre celle du mammifère dont elle porte le nom.

C'est au mois de juin que la femelle fécondée construit son nid souterrain de la grosseur d'un œuf de poule et y dépose deux ou trois cents œufs qui éclosent en juillet et produisent des larves subissant plusieurs mues. En temps de disette on assure que la mère n'hésite pas à dévorer en partie sa progéniture, infanticide qui fait le bonheur des jardiniers !

En quittant le charmant chemin creux où gîtent les *hôtes de mon talus*, nous voyons se développer une belle coupe de limon quaternaire à cailloux roulés. C'est dans ce limon que l'on a découvert les traces des grands mammifères éteints et de l'homme primitif des cavernes. Non loin d'ici, à Spy, se trou-

vent les fameuses grottes où l'on a découvert au milieu des ossements de mammouth, de rhinocéros, d'ours des cavernes, etc., le crâne humain qui, paraît-il, fait avantageusement concurrence à celui du Néanderthal et du trou de la Naulette. M. Cordier a recueilli avec nous dans cette grotte des silex et des débris d'ossements divers, notamment des os à moelle dont les diaphyses ont été fendues pour en retirer la substance médullaire.

Nous avons déjà montré ces ossements au Congrès international des savants catholiques à Bruxelles (1894) en appelant l'attention sur la découverte, passée sous silence, d'autres crânes humains dans la même grotte qui ne présentaient nullement les caractères des races inférieures ou dégradées.

MM. les excursionnistes ont pu voir aussi dans notre collection une superbe dent de Mosasure agathisée trouvée parmi les cailloux roulés du quaternaire de Mousty, ainsi que divers fossiles caractéristiques de la craie de Maestricht enchâssés dans les cailloux roulés de notre diluvien.

On trouve aussi dans nos terrains de transport datant du creusement des vallées par les eaux torrentielles, d'après les géologues, beaucoup de débris fossiles du tertiaire éocène, surtout du bruxellien.

Par exemple, des bois flottés perforés par les tarets ; nous avons figuré ailleurs des coupes en lames minces faites dans ces bois en sens divers qui permettent de constater leur admirable état de conservation, la nature de leurs fibres, le diamètre de leurs vaisseaux, etc ; de nombreuses coquilles, notamment des *Nautilus* de diverses grandeurs, etc., etc.

Au-dessus du limon à cailloux roulés nous trouvons les deux étages du limon hesbayen à la surface duquel l'homme de l'*âge du Renne* a laissé de si nombreux débris de son industrie. C'était l'époque des *cailloux anguleux* ou terre à brique de M. Dupont. Alors, sans doute, toutes nos vallées étaient sous eau et l'homme préhistoriqne se réfugiait sur les crêtes de limon ou de sable pour y établir ses ateliers primitifs. Car, chose très remarquable, ce n'est guère que sur les hauteurs que l'on trouve ces silex travaillés d'une façon si ingénieuse et si variée avec des matériaux provenant de régions souvent éloignées, parfois aussi du terroir même, comme à Ottignies et à Court-St-Étienne (travail sur place du phtanite noir).

Suivant M. Dupont, il faut admettre qu'à l'époque quaternaire la Belgique et la France avaient des étés moins chauds et des

hivers moins froids qu'aujourd'hui. C'est là une déduction nécessaire de l'étude de la faune, faune paradoxale à première vue, puisqu'elle nous montre réunis des animaux de l'époque actuelle ne vivant que dans les pays tempérés ou froids, avec des mammouths, des éléphants, des rhinocéros, des lions, etc. Ainsi le renne, le chamois, etc. qui ont émigré vers le Nord ou vers les Alpes, ne supportent que des températures peu élevées, tandis que bon nombre d'espèces éteintes n'ont plus guère de représentants que dans les pays chauds.

La discussion des phénomènes qui ont donné lieu aux actions physiques de ces âges tend à la même conclusion ; mais après une longue série d'hivers où le froid se faisait peu sentir, venait un hiver où les accumulations de neige devaient être énormes (1).

Quoi qu'il en soit, il est certain que les limons déposés à l'époque quaternaire ont été sensiblement altérés et transformés par les agents physiques et chimiques, notamment par les gelées, les neiges, les pluies, l'oxydation, etc. La couche supérieure ou terre à brique a perdu peu à peu le calcaire qu'elle contenait, à tel point que les bonnes terres à betteraves des environs n'en contiennent pas même un pour mille, tandis que le limon sous-jacent en contient des quantités si considérables qu'il constitue souvent un excellent amendement pour le premier.

Le cultivateur de ces régions ne se doute pas qu'il a sous la main, on peut le dire, souvent à moins d'un mètre de profondeur, l'élément qui fait défaut au limon cultivé et qu'il va chercher au loin.

Nous en avons fait l'expérience concluante à Mousty, chez un cultivateur, qui ne pouvait obtenir des rendements rémunérateurs de légumineuses, le calcaire et la magnésie faisant défaut. D'autre part, nous avons montré à nos visiteurs de prétendues marnes blanchâtres affleurant près du pavé de Céroux à Mousty, déterminées par certains géologues comme marnes caractéristiques du bruxellien, et qui ne sont autre chose que de l'argile blanche mélangée au sable et aux matières organiques, dans les proportions de 15 p. c. environ (analyse faite à la station agricole de Gembloux). Ces observations confirment éloquemment, croyons-nous, la thèse émise précédemment au sujet de l'insuffisance des cartes géologiques et de la nécessité d'une bonne carte agronomique.

Il y a entre les prairies de la Dyle et le point culminant du

(1) E. Dupont, *L'homme pendant les âges de la pierre*, 1re édition.

plateau de Céroux une différence de niveau de 80 mètres environ, la rivière étant à la cote de 60 et le point culminant de Céroux à 140 m. Entre Céroux et Mousty, à la cote de 100 mètres, nous apercevons le hameau " des puits „ *(Les puces)*. Tandis que Céroux a été obligé récemment d'aller capter ses eaux sur l'autre versant de la colline qui regarde Ohain et Plancenoit, à l'abbaye d'Aywières où mourut sainte Ludgarde au XIIIe siècle, suivant la chronique (1), *les puits* ont trouvé de l'eau à une profondeur de quelques mètres. Ce phénomène s'explique par la formation d'une poche de marne ou d'argile dans le sable bruxellien dont toute cette colline est formée, comme les collines environnantes qui ondulent, comme des vagues énormes, jusque Genappe et Waterloo. Nous remarquons en passant sur le plateau de Céroux, la prodigieuse quantité de mauvaises herbes entretenue par l'ignorance et l'inertie des cultivateurs, malgré les efforts des agronomes de l'État et les champs de démonstration créés dans la région.

Ainsi l'on démontre chaque année à ceux qui veulent *voir*, l'efficacité du sulfate de cuivre et du sulfate de fer pour prévenir la maladie de la pomme de terre et détruire radicalement le *séné* qui infeste nos campagnes. Quant au chardon, il ne sera détruit que lorsqu'une bonne loi *sur la police rurale obligera* les communes à observer les arrêtés royaux.

L'excursion s'est terminée par la visite de notre collection géologique et minéralogique formée sur place. Indépendamment des trouvailles déjà signalées, nous avons pu montrer à nos visiteurs de belles géodes de cristal de roche provenant des anciennes carrières de quartzite des environs ; de nombreux échantillons de bois fossile éocène perforé par les tarets ou autres vers marins ; des tubes en *cornaline*, trouvés dans la coupe que nous venons de traverser et qui expliquent peut-être la formation des singulières fistules du grès bruxellien par le passage de vers sécrétant du calcaire, comme le manteau des mollusques ; de beaux fossiles de la craie recueillis à Grez-Doiceau, près de Wavre, dans la carrière de craie sénonienne en exploitation ; la gravure du nouveau poisson fossile éocène décrit dans la Revue par notre regretté collègue M. Raymond Storms, trouvé au delà de Céroux dans les marnes bruxelliennes ; la collection de nos sables divers dont nous avons constaté la

(1) " En 1219, Jacques de Vitry lui annonça au couvent d'Aywières la prise de Damiette par les croisés „ (Alph. Wauters).

teneur si variée en potasse; des géodes de limonite de dimension variée trouvées dans ces sables et contenant souvent de la silice pure; des blocs de minerais de fer roulés provenant des crêtes du quaternaire de Céroux, Couture, Sauvagemont, titrant 50 % de fer pur et pesant jusque 15 kilogrammes (analyses du laboratoire de Gembloux).

En terminant, nous avons appelé spécialement l'attention de ceux qui s'intéressent aux œuvres sociales sur les beaux résultats obtenus dans nos campagnes, grâce à la diffusion de l'enseignement agricole, par les associations libres pour la défense des intérêts des cultivateurs (1).

A. Proost.

CHIMIE

En jetant un coup d'œil rapide sur l'histoire de la chimie de la dernière année, il se présente à l'esprit d'abord l'importance qu'a eue pour la chimie en particulier l'Exposition universelle de Paris. Tous ceux qui l'ont visitée ont pu admirer les progrès

(1) Nos fermiers se plaignent souvent, avec raison, d'être exploités par les industriels, notamment en ce qui concerne la vente de leurs betteraves à sucre et l'achat des engrais. Les *sociétés coopératives* de vente et d'achat favorisées par le Gouvernement permettent aujourd'hui à tous les cultivateurs de se soustraire à cette exploitation.

Ainsi la sucrerie coopérative d'Anvaing, qui a fabriqué l'an dernier 29 000 000 kilogr., met particulièrement en lumière la puissance de l'association.

Tandis que les cultivateurs voisins non affiliés n'ont touché que 23 fr. par 1000 kilogr. de betteraves, nos coopérateurs ont gagné 26 fr., soit une différence par hectare de CENT VINGT francs en moyenne.

Même observation pour les *laiteries coopératives* et les *syndicats d'élevage*, ces derniers organisant aussi l'assurance mutuelle pour les chevaux et le bétail.

D'autre part, l'enseignement agricole donné dans nos écoles *libres* A PEU DE FRAIS permet aux fils de nos fermiers de prévenir la fraude en bien des cas. Dernièrement, par exemple, un fermier de nos environs obtenait pour son fils l'autorisation de contrôler les analyses de sucre dans la fabrique où l'on travaille ses betteraves. Depuis lors, la *tare* a été réduite à rien comme par enchantement !

réalisés dans le domaine de la chimie scientifique aussi bien que dans celui de la grande industrie chimique. La collection historique des appareils qui ont servi aux grands chimistes français pour leurs mémorables travaux, les appareils modernes exposés par plusieurs constructeurs, principalement français et allemands, les nombreuses collections envoyées par les différentes Universités, tout cela était de nature à intéresser puissamment quiconque s'occupe de la chimie scientifique. Et que de réflexions suggérait la vue de ces appareils anciens qui nous semblent aujourd'hui si rudimentaires, si imparfaits, mais qui ont permis aux Lavoisier, aux Gay-Lussac et aux autres maîtres de découvrir et d'élucider les grandes lois qui constituent la base de la science moderne.

Mais c'est surtout la chimie industrielle qui était bien représentée. Il nous est impossible d'énumérer tous les produits qui méritaient d'attirer l'attention du visiteur. Mentionnons seulement à titre d'exemples la superbe collection des sels des terres rares, exposés par une maison de Paris; les produits de la distillation de la houille et les matières colorantes qui en dérivent; les différents gaz comprimés; la fabrication du carbure de calcium et les nombreux appareils générateurs d'acétylène; les procédés de l'aluminothermie; etc.

L'Exposition a été aussi très remarquable et, espérons-le, utile pour la chimie grâce aux congrès dont elle a été l'occasion. Outre un congrès de chimie pure, il y en a eu un autre de chimie appliquée. Ce dernier, présidé par M. Moissan, avait réuni un grand nombre de chimistes de tous les pays et on y remarquait les représentants les plus autorisés de la science moderne. Les membres du Congrès étaient groupés en dix sections: section I: Chimie analytique et appareils de précision; section II : Industrie chimique des produits inorganiques; section III : Métallurgie, mines, explosifs; section IV : Industrie chimique des produits organiques; section V : Sucrerie; section VI : Industrie chimique des fermentations; section VII : Chimie agricole; section VIII : Hygiène, chimie médicale et pharmaceutique; section IX : Photographie; section X : Électrochimie. — A part la section IX qui n'a tenu qu'une seule séance, parce qu'elle coïncidait avec le congrès de photographie proprement dit, toutes les sections se sont réunies en de nombreuses séances, la plupart même toutes les matinées durant toute la durée du Congrès, c'est-à-dire pendant une semaine entière. Il nous est impossible de passer en

revue les multiples communications fournies par les membres des différentes sections.

Mais nous voulons dire un mot des travaux de la dixième section, qui s'occupait de l'électrochimie. Présidée par M. Moissan, le savant le plus compétent dans cette matière, la section était fort nombreuse, et plusieurs expériences faites devant les assistants, surtout celles de M. Moissan, furent des plus intéressantes et recueillirent des applaudissements unanimes. On a traité dans cette section de l'acétylène; de sa production, de son transport et de son utilisation, questions très actuelles et qui de jour en jour acquièrent plus d'importance.

A la dernière séance générale du Congrès, on a choisi Berlin comme ville où se tiendra en 1902 le prochain Congrès international de chimie appliquée.

Il est permis de ne pas apprécier très haut l'utilité immédiate de ces congrès internationaux; ils ont au moins cet avantage de fournir aux savants de tous les pays l'occasion de se rencontrer, de se communiquer leurs travaux et de se consulter. Tous ceux qui ont assisté au Congrès de chimie dont nous venons de parler, ont pu constater que la science ne connaît pas de frontières mais qu'elle est véritablement internationale. Le temps n'est plus où chacun travaillait pour son propre compte et mettait un soin jaloux à cacher le secret de ses découvertes et les ressources dont bénéficiaient ses travaux; la communication des idées, l'émulation qu'elle éveille et les secours qu'elle apporte, sont aujourd'hui un des facteurs principaux du progrès.

En parcourant les différents travaux de chimie publiés dans ces derniers mois, on constate que leur nombre ne reste pas en arrière sur le nombre des recherches des années précédentes. Mais les grandes découvertes, celles dont le retentissement attire l'attention du grand public, font défaut. Toutefois, parmi les travaux d'intérêt plus général ceux qui ont eu pour but une préparation nouvelle de l'acide sulfurique ne peuvent laisser indifférents les lecteurs de la Revue; nous indiquerons donc sommairement où en est actuellement cette question.

La préparation industrielle de l'acide sulfurique. — C'est en 1746 qu'on vit surgir à Birmingham en Angleterre la première usine à acide sulfurique avec ses immenses chambres en plomb, et depuis cette date dans tous les pays civilisés et industriels des établissements de ce genre se sont multipliés. C'est que l'acide sulfurique se trouve à la base de la grande industrie chimique;

et on a pu dire avec raison que la consommation qu'un pays fait de cette substance donne une mesure de son importance industrielle. Cette fabrication a reçu successivement de nombreux perfectionnements, et le prix de revient, qui est maintenant de 4 centimes environ par kilogramme, alors qu'en 1740 il s'élevait à 5 fr. 75, montre assez le progrès qu'on a réalisé. Il était tel qu'on eût pu croire impossible de le pousser beaucoup plus loin. Cependant, depuis quelques années, ceux qui ont suivi les transformations de la chimie industrielle pouvaient prévoir que la fabrication de l'acide sulfurique subirait tôt ou tard une révolution complète: l'heure de ce changement semble définitivement arrivée.

En 1889 la *Badische Anilin- und Soda-Fabrik*, établissement chimique unique dans le monde entier par son importance, avait installé une usine d'acide sulfurique qui, en utilisant une réaction connue depuis longtemps, s'écartait absolument des usines existantes.

On sait que, dans les usines actuelles, le gaz sulfureux est transformé en acide sulfurique par l'action simultanée de l'oxygène de l'air et de la vapeur d'eau, transformation qui se fait en présence et avec le concours de produits nitreux. La société badoise ne transforme pas le gaz sulfureux directement en *acide* sulfurique, mais en *anhydride* sulfurique qui avec l'eau donne l'acide. Il est évident que pareil procédé permet d'obtenir directement un acide de n'importe quelle concentration alors que l'ancien procédé fournit un acide dilué, la concentration se faisant ensuite dans des appareils spéciaux, généralement en platine et par conséquent fort coûteux.

Nous disions que le nouveau procédé était connu en principe depuis longtemps. En effet, déjà en 1832 Dœbereiner avait constaté que l'union directe du gaz sulfureux et de l'oxygène, qui dans les conditions ordinaires ne se fait guère ou du moins ne se fait qu'avec une lenteur excessive, s'accomplit aisément quand on fait passer un mélange des deux gaz sur la mousse de platine chauffée. Tel est le principe de la méthode qu'on veut introduire actuellement dans la grande industrie.

M. Haller, membre de l'Institut de France et professeur de chimie à la Sorbonne, dans un article de la Revue générale des Sciences (1), expose en détail ce procédé tel qu'il est exploité

(1) Revue générale des Sciences pures et appliquées, année 1901, p. 159.

depuis plusieurs années par la *Badische Anilin- und Soda-Fabrik*. C'est cette société même qui, après avoir tenu son procédé secret jusque dans les derniers temps, vient de fournir à M. Haller des indications assez précises et des plans se rapportant à la fabrication.

La substance dont le contact peut déterminer l'union du gaz sulfureux et de l'oxygène, pour fournir l'anhydride sulfurique, est l'amiante platiné. Voici comment on l'obtient : On trempe des fibres d'amiante dans une solution de chlorure de platine, additionnée de carbonate de sodium. Pour obtenir la réduction du sel platinique on ajoute du formiate de sodium, et l'on chauffe. La réduction terminée, un lavage à l'eau enlève les différents sels. D'après M. Haller, il semble que c'est bien cette substance dont fait usage la société badoise.

Avant de mettre le gaz sulfureux et l'oxygène de l'air en présence de la substance de contact, il importe beaucoup de soumettre les gaz à une épuration ; faute de prendre cette précaution, l'amiante platiné est vite mis hors d'usage et les appareils sont rapidement attaqués. On injecte donc dans le mélange gazeux qui provient des fours à pyrites d'abord un courant d'air, puis, à diverses reprises, des jets de vapeur d'eau. Après avoir ainsi subi une première épuration, les gaz sont refroidis à environ 100°, puis lavés dans l'eau, dans l'acide sulfurique très dilué et enfin dans une solution de bisulfite de sodium. Ainsi refroidis et épurés complètement, ils sont desséchés et chimiquement analysés. Si le résultat de l'analyse est satisfaisant, on met les gaz en présence de la substance de contact où s'opère la combinaison.

Mais ici se rencontre une difficulté spéciale. La réaction ne se fait qu'à une température assez élevée ; d'autre part, cette combinaison dégage elle-même beaucoup de chaleur ; la température de la masse réagissante s'élève de plus en plus. Or, une température trop élevée a de multiples inconvénients. Non seulement les appareils sont fortement attaqués, mais ce qui est plus grave, une partie très notable du gaz sulfureux échappe à la réaction ou, si elle y a pris part, l'anhydride sulfurique formé se décompose de nouveau. Il se fait ainsi que le résultat final devient médiocre ou même tout à fait insuffisant. Il importe donc de chauffer au préalable les gaz qui doivent réagir, mais de maintenir ensuite la température de l'appareil constante en le refroidissant. Ce résultat peut être obtenu soit en faisant circuler les gaz qui doivent réagir autour de l'appareil, ce qui sert à la

fois à refroidir celui-ci et à chauffer les gaz ; soit en entourant l'appareil d'un bain métallique en fusion ayant une température constante. Si l'on règle ainsi avec soin la température pendant toute la durée de la réaction, on obtient la transformation intégrale du gaz sulfureux. Nous ne pouvons pas entrer dans les détails de la technique, mais nous renvoyons volontiers le lecteur qui désire s'instruire davantage sur ce sujet, à l'intéressant article de M. Haller.

Le résultat final de la réaction est la production de l'anhydride sulfurique pur qu'il suffit de mélanger avec une quantité d'eau déterminée pour obtenir immédiatement de l'acide sulfurique au degré voulu de concentration.

Quel est l'avenir du nouveau procédé ? Voici en quelques mots ce que le savant français croit pouvoir prédire à ce sujet : La fabrication de l'acide sulfurique fumant, dit de Nordhausen, par la distillation des sulfates de fer a déjà subi une diminution notable ; elle semble destinée à disparaître complétement. La fabrication de l'acide sulfurique concentré au moyen des chambres en plomb et d'une concentration — au besoin d'une épuration — dans des appareils en platine ne pourra probablement plus soutenir longtemps la concurrence avec le nouveau procédé par contact. Enfin la préparation de l'acide dilué à 50 degrés, employé dans la fabrication des superphosphates, pourra peut-être lutter encore longtemps avec le nouveau procédé.

H. D. G., S. J.

PHYSIQUE

—

Société française de Physique — Réunion pascale et exposition 12 et 13 avril 1901

Les séances de Pâques de la Société française de Physique ont revêtu cette année un caractère particulier par le nombre et l'ampleur des conférences accompagnées de démonstrations expérimentales qui y ont été faites. Il n'y en a pas eu moins de six. L'amphithéâtre de Physique de la Sorbonne, avec son outillage magnifique, avait été mis à la disposition de la Société. Là

même, s'était tenue, en août passé, une des réunions les plus intéressantes du Congrès de Physique. Le souvenir de ce grand succès sans doute, a inspiré à l'habile et dévoué comité organisateur l'idée de faire bénéficier la réunion pascale de la Société des mêmes avantages. Idée heureuse, qui a réuni les suffrages unanimes des membres présents. Leur nombre, l'intérêt très marqué qu'ils prirent à ces séances, doivent constituer pour le comité la meilleure félicitation et le plus précieux encouragement.

Un regret seulement. Les conférences à la Sorbonne se tenaient le vendredi et le samedi, de 2 heures à 5 heures de l'après-midi. L'exposition, toujours si intéressante, n'était plus pratiquement accessible que le soir à huit heures. Il sera porté remède à ce désagrément. Si nos renseignements sont exacts, désormais l'exposition sera ouverte dès le matin, le vendredi et le samedi. Alors, ce sera la perfection.

Il ne nous est pas possible — malheureusement — de donner une analyse complète des conférences de la Sorbonne. Quelques orateurs y ont traité des questions non encore suffisamment vulgarisées. L'exposé de leur pensée réclamerait des développements que nous devons nous interdire. Ramassons du moins quelques glanures dans leurs savantes communications (1).

M. P. Weiss parle d'un **nouveau système de voltmètres et d'ampèremètres rendus indépendants, par compensation, des variations accidentelles de leur aimant permanent.** Prenons un exemple. Le galvanomètre Deprez-d'Arsonval est connu : un équipage parcouru par le courant à étudier est mobile entre les pôles d'un aimant permanent; la déviation fait naître dans les conducteurs d'amenée et de départ du courant un couple antagoniste. Si l'aimant faiblit avec le temps, le couple antagoniste devient prépondérant, la sensibilité de l'appareil diminue. Elle augmente au contraire dans les appareils où l'aimant fournit, non plus la force déviante, mais la force antagoniste.

Dans les deux cas, il est possible, comme l'a établi M. Weiss, de corriger ces variations l'une par l'autre. A cette fin, il emprunte la force antagoniste et la force déviante au même aimant. Sur l'équipage du galvanomètre, est fixée une pièce de fer calculée de façon que le couple qui lui est dû, l'emporte considérablement sur le couple élastique des conducteurs. Le

(1) Bulletins de la Société française de Physique, nº 164, pp. 5 et suiv.

remède est adéquat. Une constance parfaite peut être réalisée; des variations, tout à fait invraisemblables dans des aimants bien construits, ne modifient pas d'une manière appréciable les indications de l'instrument.

Les spectres d'absorption sont généralement définis par les limites extrêmes des bandes sombres qui les constituent. Cette définition n'a pas de sens précis. **M. Camichel** l'a montré dans sa communication **sur une nouvelle méthode permettant de caractériser les matières colorantes et d'étudier les relations de la couleur des corps avec leur constitution chimique.** Il a fourni ainsi la raison des désaccords nombreux que l'on trouve entre les résultats des auteurs.

La première partie de son travail consiste à montrer que la position des extrémités des bandes varie avec l'épaisseur du corps, la nature de la lumière, et, s'il s'agit d'une dissolution, avec la concentration. Exemple : une dissolution de vert malachite a une bande noire dans l'orangé : si l'épaisseur traversée par les rayons augmente, l'extrémité rouge de la bande reste à peu près immobile, tandis que l'autre avance beaucoup. Et ainsi du reste. Les démonstrations sont réalisées par projection devant les auditeurs.

M. Camichel s'est ensuite attaché à déterminer l'élément invariable caractéristique de toute bande. Il l'a trouvé dans la position du maximum de transparence des bandes claires et du minimum des bandes obscures. Lumière incidente et épaisseur du corps n'ont pas d'influence sur ces positions et, pour les dissolutions dont le coefficient d'absorption est proportionnel à la concentration, celle-ci ne les modifie pas davantage. La détermination de ces maxima et minima demande une vraie photométrie de tout le spectre divisé en régions très réduites et définies par une fente. Ce procédé permet de reconnaître des variations d'éclat qui seraient insaisissables sur le spectre vu d'un coup d'œil dans une portion notable de son étendue. La position précise du maximum ou du minimum se fait par une méthode graphique.

Enfin l'auteur a étudié, d'après ce plan, l'absorption par les indophénols. Les résultats sont de nature à intéresser les chimistes. La méthode permettrait de déterminer la formule des phénols.

Le problème de la transmission de l'écriture à distance passionne depuis longtemps les chercheurs. On se rappelle les essais

intéressants de l'abbé Caselli, basés sur l'électrolyse, et que tous nous avons lus dans nos manuels de physique. Elisha Gray, l'illustre inventeur du microphone, mort il y a quelques mois, avait résolu la question d'une façon fort satisfaisante pour les résultats obtenus, mais au prix d'une complication qui rendait son système impraticable. Il fallait notamment quatre fils de communication entre le transmetteur et le récepteur. Les lignes téléphoniques ordinaires ne pouvaient donc pas servir. Macpherson, élève de Gray, réussit à réduire à deux le nombre de fils nécessaires; mais la complication de l'appareil restait toujours effrayante : 64 contacts !

Ritchie, autre élève de Gray, nous présente sous le nom fort naturel de **Télautographe Elisha Gray-Ritchie** l'appareil de son maître, ramené à un haut degré de simplicité : au transmetteur, deux rhéostats à plots très nombreux ; au récepteur, deux galvanomètres apériodiques spéciaux, quelques électros et des mouvements mécaniques très ordinaires.

Voyons d'abord comment les lettres formées au transmetteur se reproduisent au récepteur. Chacun connaît le pantographe : quadrilatère articulé, déformable, mobile autour d'un de ses sommets. Séparons les deux tringles aboutissant au sommet fixe et donnons-leur des centres fixes de rotation différents, distants de 10 à 15 centimètres, par exemple. Au sommet opposé à celui que nous venons de désarticuler, plaçons une pointe, un crayon. Si nous nous en servons pour tracer des caractères, les côtés du quadrilatère ouvert vont prendre pour chaque point une position bien déterminée. Mais les deux côtés, fixés aux centres de rotation, sont les leviers de rhéostats à plots extrêmement nombreux (496). Chacun de ces rhéostats se trouve sur une ligne qui, au bout, au poste récepteur, passe par un ampèremètre Deprez-d'Arsonval. Le moindre mouvement d'un levier modifie la résistance de sa ligne, par suite, l'intensité du courant et la déviation de l'équipage de l'ampèremètre. Tout a été calculé de telle sorte que la déviation de l'équipage et de la tige qu'il porte soit égale, à chaque instant, à celle du levier de son rhéostat. Les deux tiges des ampèremètres sont réunies par deux autres tiges, le tout reproduisant à l'identité le quadrilatère ouvert du transmetteur. On le voit, les déplacements du crayon seront reproduits, point par point, au récepteur. Qu'un crayon y soit fixé et appuie sur une feuille de papier, les lettres et dessins quelconques du transmetteur s'y retraceront très exactement.

Le mot est achevé. La plume de l'expéditeur soulevée n'appuie

plus sur le papier. La plume réceptrice doit être soulevée. C'est ce dont se charge l'armature d'un électro-aimant qui, au récepteur, est actionné par un courant local.

Faut-il recommencer à écrire? La pression du crayon sur le poste transmetteur met le courant sur une bobine d'induction dont la décharge ondulatoire emprunte les fils de ligne. Au bout, l'ondulation rencontre les ampèremètres. Leur " self induction " l'arrête et elle se détourne, à travers des condensateurs, vers un relais et la plume lâchée retombe, la pointe sur le papier.

Nous voici maintenant au bout d'une ligne d'écriture; il faut — puisque la plume ne peut se déplacer que dans des limites assez restreintes — faire avancer le papier. A cet effet, l'expéditeur introduit son crayon dans un V ménagé sur le bord du cadre où il écrit, pousse à fond et lâche. Sa propre feuille avance de 15 millimètres. Au récepteur, sous la commande d'un électro, une pince toujours ouverte sur le bord du papier, le saisit, l'entraîne de 15 millimètres, le lâche et revient, prête à le saisir de nouveau à la volonté de l'expéditeur.

En voilà assez pour entrevoir le fonctionnement du système. Les mécaniciens, jeunes et vieux, curieux de systèmes ingénieux pourront puiser de plus amples informations dans les Comptes Rendus, L'Électricien, La Nature, etc...

Il nous suffira d'ajouter que le récepteur et le transmetteur, qui forment par leur réunion un poste de communication, peuvent être branchés sur tout réseau téléphonique existant : transmetteur, récepteur et téléphone sont mis en service tour à tour. Il y a en outre une sonnerie d'appel, etc...

M. Cotton nous montre les premiers **réseaux** qu'il a **obtenus par la photographie des franges d'interférence.** On se rappelle que les réseaux sont des surfaces couvertes de stries parallèles très fines extrêmement nombreuses et qui fournissent des *spectres normaux*. La Revue a donné à leur sujet une étude assez étendue et que nos lecteurs ne peuvent manquer de se rappeler. On retrouvera là même un chapitre sur les anneaux de Newton et les franges d'interférence (1). Lord Rayleigh, Izarn et Cornu ont photographié ces franges. M. Cotton s'est spécialement proposé de le faire *sans employer d'objectif*, condition nécessaire pour obtenir des réseaux serrés et bien réguliers.

(1) J. Thirion, S. J., *L'analyse des radiations lumineuses*. Revue des Questions scientifiques, 1898.

Cette condition n'est pas la seule. Un réseau sans défaut exigerait un faisceau rigoureusement monochromatique et parallèle, un appareil d'interférence et un écran à faces parfaitement planes. L'écran, auquel on peut substituer une plaque photographique, serait alors couvert de franges rectilignes et équidistantes formant réseau.

M. Cotton montre qu'il est possible de réaliser ces conditions avec une précision suffisante pour le but proposé. Comme source de lumière, M. Cotton emploie l'arc au mercure de M. Dufour, modification de celui de Fabry et Perot, dont nous avons entretenu nos lecteurs (1).

Les réseaux obtenus dans les premiers essais ont 38 raies au millimètre. Ils montrent deux spectres diffractés, un de chaque côté : il n'y a pas de spectre d'ordre supérieur. Cette particularité curieuse a été prévue par M. Brillouin sur des raisons théoriques.

M. Turpain s'est occupé du **fonctionnement du résonateur de Hertz et du résonateur à coupure**. Il cherche à déterminer la distribution électrique le long d'un résonateur complet et le long d'un résonateur coupé. Il y réussit très élégamment en enfermant tout le résonateur dans un tube de verre où l'air est suffisamment raréfié pour que le conducteur le rende luminescent. Généralisant cette méthode d'une façon fort ingénieuse, l'auteur arrive à placer dans l'air raréfié d'une cloche déplaçable le long des fils de concentration du champ, non seulement le résonateur mais encore une portion notable du champ, lequel par l'intermédiaire de la luminescence qu'il excite, rend manifeste la distribution de l'électricité à sa surface — donne son spectre, peut-on dire, tout comme un champ magnétique donne le sien par des traînées de limaille.

Nous nous réservons de traiter avec les développements convenables la question des **aciers au nickel** et, plus généralement, des déformations permanentes et passagères des solides.

Nous devons à **M. Ch.-Éd. Guillaume**, de belles recherches dans cette direction. Le savant physicien du Bureau international des Poids et Mesures, résuma, devant la Société, les propriétés de ces curieux alliages qui, formés de deux substances magné-

(1) J. D. Lucas, S. J., *Congrès international de Physique*. REVUE DES QUEST. SCIENT., octobre 1900.

tiques, fer et nickel, se trouvent, pour certaines proportions des constituants, entièrement dépourvus de magnétisme. Ce ne sont pas leurs seules singularités. Tel alliage est aussi dilatable que le laiton, tel autre l'est dix fois moins que le platine. De là, des applications intéressantes que M. Ch.-Éd. Guillaume s'attache à réaliser et que, pour l'instant, nous nous contenterons de signaler.

Il est clair tout d'abord que les alliages presque indilatables seront précieux pour la construction des instruments de précision en général et, en particulier, des instruments de géodésie. On en fera des pendules compensés, des thermomètres bimétalliques...

Déjà, en chronométrie, l'acier nickel a réalisé un progrès important. Le problème de la correction de l'erreur secondaire qui restait comme un défi permanent à l'habileté des meilleurs constructeurs, est résolu parfaitement. Rappelons que le balancier compensé d'un chronomètre se règle pour deux températures. En dehors de ces deux températures, le chronomètre retarde; dans leur intervalle, il avance. A une de ces températures intermédiaires, correspond l'avance maximum. C'est ainsi qu'un chronomètre de marine compensé pour les deux températures 0° et 29° environ avançait, vers la température de 15°, de $1^s,9$. Il marchait alors avec un balancier ordinaire, laiton-acier, qui fut remplacé par un balancier laiton et acier au nickel. L'erreur secondaire tomba à $0^s,3$. On a même réussi, dans un essai sur un chronomètre de poche, à supprimer complètement l'erreur secondaire.

M. Guillaume présenta à la Société une autre application intéressante : un coupe-circuit constitué par une spirale en acier-nickel. A la température ordinaire, la spirale est magnétique et, appliquée contre les pôles d'un aimant, elle est retenue et ferme le circuit. Si l'intensité du courant atteint une certaine valeur, la spirale s'échauffant perd son magnétisme, elle échappe à l'aimant, le circuit est coupé. Le modèle présenté coupait pour 0,3 d'ampère. Le circuit était rétabli instantanément en ramenant la spirale contre les pôles.

L'Exposition était riche en appareils très puissants ou dotés de nouveaux perfectionnements. C'était un grand **transformateur d'induction** à combinaisons multiples permettant d'utiliser tout ou partie de l'inducteur, de l'induit, d'obtenir des étincelles de nature variable — et donnant son maximum d'étincelle

(50 cm.) aussi bien avec les interrupteurs électrolytiques (genre Wehnelt) qu'avec les trembleurs mécaniques. La maison **Radiguet et Massiot** qui présentait cet inducteur, exposait en outre les nouvelles spirales de haute tension du Dr Guilleminot, dont les effets très puissants ne paraissent pas être encore nettement définis.

Une des exhibitions les plus intéressantes était sans contredit celle de **M. Villard** dont on connaît les remarquables études sur les rayons cathodiques (1). Dans une de nos dernières revues nous avons parlé de son tube à rayons X réglable par osmose

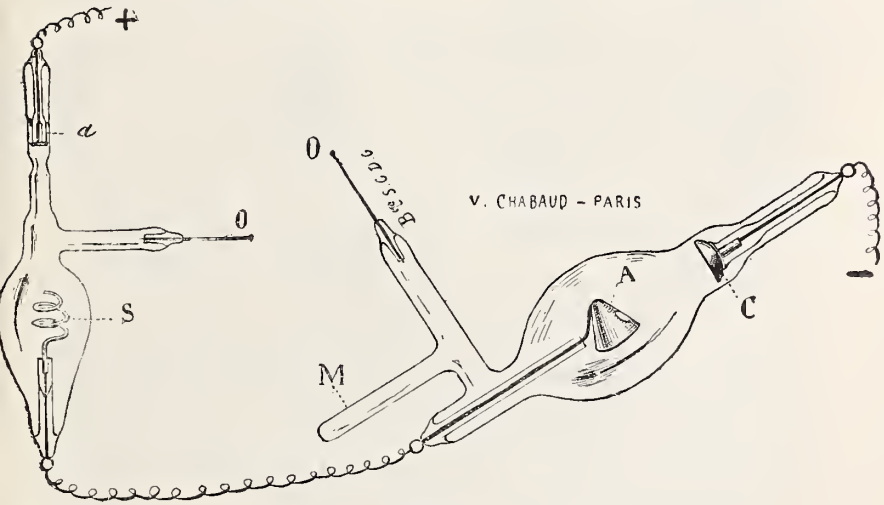


Fig. 1.

d'hydrogène à travers un appendice de platine chauffé au rouge (2). Il nous faut dire ici un mot d'un autre appareil (fig. 1) du même auteur, de sa **soupape cathodique** (3), qui, à l'égal de son osmo-régulateur, dérive immédiatement de ses recherches sur la nature et les conditions de production des rayons cathodiques.

(1) Ces recherches ont été résumées par l'auteur dans un opuscule où il a écrit toute l'histoire des rayons cathodiques. P. Villard, *Les rayons cathodiques.* Collection Scientia. Carré et Naud. Paris, 1900 ; et aussi dans son rapport au Congrès international de Physique, t. III des *Rapports*, pp. 115 à 137. Gauthier-Villars, Paris, 1900.

(2) J. D. Lucas, S. J., Revue des Quest. scient., avril 1899.

(3) Comptes Rendus, t. CXXVIII, p. 994 ; 1899.— P. Villard, *Redresseur cathodique pour courants induits,* dans Archives d'Électricité médicale, mai 1899, p. 181.

Villard a établi que le flux électrique qui traverse un tube de Crookes a, pour unique véhicule, un courant d'hydrogène. Projeté de la cathode avec une charge négative, il y revient, chargé positivement, le long des parois. Nous disons : le long des parois. Il faut s'entendre. Le flux de retour, l'*afflux cathodique*, comme l'appelle Villard, suit bien les parois, mais à distance. Car celles-ci étant également couvertes d'électricité positive, repoussent ce courant vers le milieu du tube. Serré de tous côtés le courant s'étrangle d'autant plus que la section du tube aux environs de la cathode est plus étroite ; d'autant plus aussi que le vide est poussé plus loin. La résistance de l'ampoule croît en proportion.

Soit donc une électrode minuscule *d*, de 4 ou 5 millimètres de diamètre seulement, au fond d'un col étranglé, et un certain degré de vide ; l'afflux alimentant l'émission cathodique sera complètement entravé, même pour une différence de 50 000 à 60 000 volts entre les bornes du secondaire, ce qui répond à une étincelle de 15 centimètres. Par suite, pour un sens du courant qui fait cathode cette électrode minuscule, la décharge ne passe pas à travers le tube ; la petite électrode ne fonctionne que comme anode. Si alors la seconde électrode de l'ampoule est, par exemple, une grande spirale S placée bien au milieu d'un large renflement, l'afflux cathodique y converge avec la plus grande facilité et, pour le sens du courant, qui fait cette spirale cathode, la résistance de l'ampoule peut être inférieure à 1^{mm} d'étincelle. L'ampoule fonctionne, à l'égard de la décharge, en vraie soupape qui s'ouvrirait dans un sens avec la dernière facilité, et serait extrêmement dure à forcer en sens contraire.

Cet appareil rend les meilleurs services au radiotechnicien qui ne dispose que du courant alternatif. Qu'il amène ce courant aux bornes de sa bobine sans intercaler d'interrupteur. Sur le secondaire il placera la soupape cathodique et, en série avec elle, son tube à rayons X, la cathode réunie au pôle de la soupape à petite électrode. De deux périodes successives du courant, l'une fait cathode la grande spirale, elle passe et éclaire le tube ; l'autre est éliminée. Le radiotechnicien a donc à sa disposition une source à rayons X fonctionnant le plus silencieusement possible, sans interrupteur.

Ampoule et soupape sont construites par la maison Chabaud, universellement connue.

Villard a indiqué un schéma (fig. 2) où, en disposant de trois

soupapes S, S_1 et S_2 dont une double S, on peut utiliser les deux périodes du courant. C'est là un *redresseur de courants.*

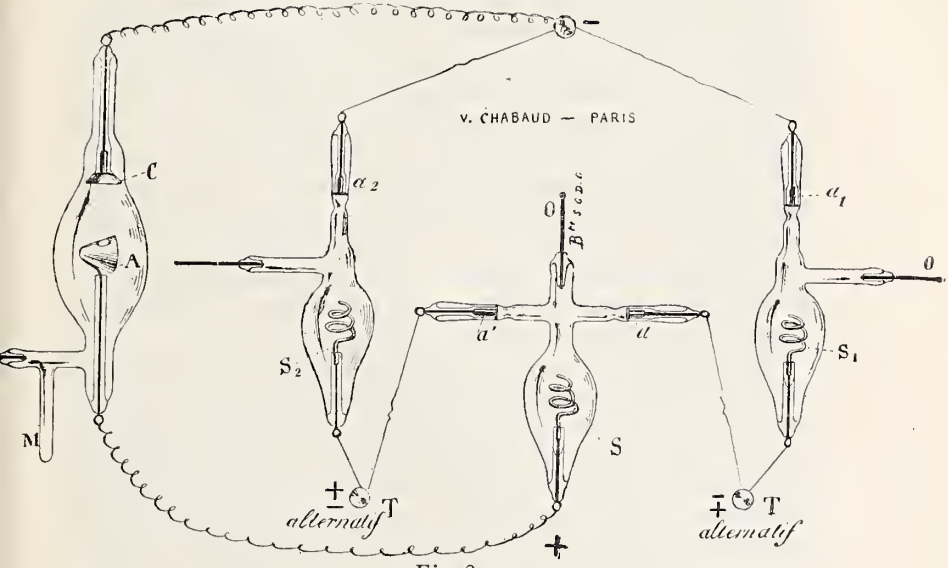


Fig. 2.

Une nouvelle transformation, récemment inaugurée par le savant et habile chercheur, porte sur l'inducteur lui-même. Elle est extrêmement intéressante. Esquissons-la brièvement.

P. Villard. Transformateur à haut voltage, à survolteur cathodique (1). — Sur la canalisation — supposée alternative — on branche un transformateur à circuit magnétique fermé (constructeur Carpentier) ; consommation normale : 7 à 8 amp. × 110 volts; 42 périodes; on a 50 000 volts aux bornes; étincelle de 9 cm. entre boules de 2 cm., vraie flamme grosse comme le doigt et qui va se développant. L'intensité peut alors dépasser 60 amp. dans le primaire. Tel quel, l'appareil serait d'un maniement dangereux. Modérer ses effets au moyen d'un rhéostat réduit le voltage et rend l'appareil insuffisant.

(1) P. Villard, *Transformateur à haut voltage, à survolteur cathodique*, dans Séances de la Société française de Physique, 1900, 3e fascicule, pp. 197 à 201, séance du 7 décembre 1900. — P. Villard, *Les courants alternatifs et la radiographie*, dans Archives d'Électricité médicale, octobre 1900, pp. 502 à 509.

Villard prend comme modérateurs deux condensateurs. Les deux bouts du secondaire arrivent, chacun de leur côté, à une armature d'un de ces condensateurs. Sur les secondes armatures, on recueille un courant dont la valeur maximum est réglée par la capacité des condensateurs. Entre les boules d'un excitateur, on obtient un flot d'étincelles, un appareil peu résistant se comporte bien, la mise en court circuit elle-même se fait sans danger. Radioscopie, radiographie, haute fréquence, tout marche à souhait sur ce dispositif. L'image radioscopique y est d'une fixité qui rappelle la machine statique. Les images sont meilleures. On radiographie la tête en deux minutes.

Une constatation intéressante : l'énergie nécessaire pour des décharges beaucoup plus fortes que celles d'une Ruhmkorff est insignifiante.

Pour la radiotechnie, on supprime une des alternances au moyen d'une des soupapes décrites plus haut et placée parallèlement à l'ampoule radiogène, mais en opposition, si l'on peut dire ainsi ; à savoir : la spirale cathodique de la soupape doit être sur le même fil que l'anode du tube de Crookes. Dans ces conditions, le flux négatif qui ne convient pas au tube, rencontrant la soupape du côté de sa grande spirale sans résistance, y passe ; à la période suivante le flux négatif vient de l'autre borne, se butte au côté dur de la soupape, la laisse et traverse le tube.

Un effet inattendu et encore inexpliqué de ce dispositif, c'est qu'il accroît considérablement le voltage. On obtient 18 centimètres d'étincelle au lieu de 9; si bien qu'il convient d'employer deux soupapes en série. La soupape joue le rôle d'un *survolteur*.

Un groupe radiogène — soupapes et tube — est loin d'épuiser l'énergie disponible à notre transformateur-condensateur. On peut donc connecter au secondaire, un nouveau couple de condensateurs en parallèle avec le premier. Sur les armatures, on trouvera le courant nécessaire pour alimenter un second groupe radiogène ou un autre appareil. Le fonctionnement de ces deux installations est dans une indépendance mutuelle complète. Elles peuvent utiliser la même phase ou les phases successives du courant.

Ce dernier cas se prête à une application intéressante. Elle permet la stéréo-radioscopie. Habituellement, on n'observe sur l'écran que des silhouettes plates, qui, à elles seules, ne renseignent aucunement sur les divers plans dans lesquels sont réparties les pièces qui portent ombre. Mais que notre œil droit voie la silhouette d'un objet produite par une source placée un

peu à gauche, et rien que cela, tandis que notre œil gauche verrait la silhouette du même objet produite par une source un peu à droite, la superposition de ces deux silhouettes nous donnera la sensation du relief.

Ce mode d'observation intéressant et utile a été proposé et réalisé par Rouliès et Lacroix au moyen de deux bobines; Destot et Sauve, puis aussi Guilloz ont modifié le jeu des organes en usage dans cette méthode. L'emploi du courant alternatif conduit à une solution beaucoup plus élégante.

Voici notre transformateur, armé de deux excitateurs, I et II. Placés sous la dépendance de deux soupapes, les excitateurs sont alimentés, tour à tour, par les deux alternances successives. Un moteur, animé par le même courant alternatif, masque une ouverture synchroniquement à l'alternance provoquant l'étincelle de l'excitateur I, par exemple. Si nous regardons cet excitateur I par l'ouverture en question, nous ne verrons jamais son étincelle, évidemment; tandis que, par la même ouverture, nous observerons très bien l'étincelle II. Le même moteur peut, en même temps, masquer une seconde ouverture synchroniquement à l'étincelle II; nous ne pourrons donc y observer que l'étincelle I. Chacun des visiteurs de l'Exposition a pu constater ce phénomène. Avec un pareil binocle, l'écran classique et, à la place des excitateurs, deux tubes de Crookes, nous avons l'essentiel d'une jolie méthode de stéréo-radioscopie.

M. Villard a encore bien d'autres choses à nous montrer. Nous y reviendrons. Mais le temps nous presse, il faut passer — bien à regret.

A l'entrée de la grande salle des séances, nous trouvons l'exposition de M. le **Dr Beclère**, un des fervents des rayons X, leur apôtre dans le monde médical parisien, auquel chaque année, il donne une série de conférences avec applications pratiques sur l'usage de la radiotechnie en médecine. Son sujet de prédilection est le diagnostic röntgénien des affections thoraciques. Les praticiens ont lu son rapport au Congrès international de radiologie et d'électrologie médicales, en 1900. La pratique journalière de l'exploration radioscopique du thorax a conduit M. Beclère à imaginer son **diaphragme-iris** qui ajoute tant de netteté et d'opposition à l'image et permet, à chaque instant, de préciser le point d'incidence normale des rayons X sur l'écran. Nous avons encore de lui un **spintermètre** ou mesureur de l'étincelle équivalente à la résistance du tube, et, indirectement, du

pouvoir de pénétration des rayons X fournis actuellement par le tube. M. Beclère s'est aussi préoccupé de l'**outillage radiogène transportable**. Il a réussi à combiner avec **M. Drault**, constructeur, une machine statique à 4 plateaux de 45 centimètres de diamètre, mue à la main et qui permet commodément l'examen radioscopique au domicile des malades. Elle est renfermée avec l'ampoule, le support et l'écran dans une caisse de chêne de 82 × 37 × 53 cm. et d'un poids total de 32 kilos : objet très transportable, on le voit.

Tout compte fait, c'était surtout la radiotechnie qui, de tous côtés, et à dix points de vue divers, saisissait au passage et retenait le visiteur.

Voulons-nous un quart d'heure d'agréable repos, passons à la bibliothèque, où la maison Radiguet et Massiot projette une série de bonnes vues microscopiques, puis la photographie d'un vase de fleurs (procédé trichrome). On y voit aussi de la cinématographie ; une scène surtout provoque l'attention, l'admiration et l'horreur... l'opération d'un goître par Ledoyen. Le grand défaut du cinématographe, le papillotement, attend toujours son remède.

Au sortir de là, sur le palier, un objet étrange. De deux points élevés de 60 à 70 cm. au-dessus d'une plaque métallique percée de trous partent, innombrables, des fils tendus aboutissant aux trous de la plaque : deux à deux les fils se croisent dans l'espace et leur intersection est marquée par une grosse perle. L'ensemble de ces perles dessine des lignes ondulées. Qu'est cela ?

Nous y voyons le nom de **M. Contremoulins** et voici précisément l'habile radiographe qui, toujours aimable, vient satisfaire notre curiosité. Avant qu'il ait commencé son explication, chacun a compris qu'il a devant lui la solution élégante d'un difficile problème de radiographie. En effet, les perles dessinent dans l'espace les contours des os du bassin en vraie grandeur et position. Les fils représentent les rayons X émanant des deux foyers d'où ont été prises les radiographies nécessaires à cette reconstitution. Et, chose admirable, ce n'est plus quelques heures qu'il faut pour déterminer, à une fraction de millimètre près, deux ou trois des points sans nombre dont la position est ici relevée : en une heure et quart environ, les deux radiographies sont prises, développées, reportées sur métal et les fils tendus. Aurions-nous espéré pareil résultat lorsque, en 1897, nous

esquissions la belle méthode créée, l'année même, par M. Contremoulins (1) ? Tel est le fait pourtant, tels sont les perfectionnements apportés par l'inventeur à son œuvre, avec une application servie à souhait par la plus remarquable habileté.

Les méthodes de mensuration n'ont pas tellement absorbé le radiographe de l'hôpital Necker qu'il n'ait pu s'occuper encore, et avec le meilleur succès, de perfectionner d'autres outils importants de cet art complexe qu'est la radiotechnie et à la perfection duquel on n'arrive pas sans une somme considérable de connaissances variées et d'habileté manuelle plus qu'ordinaire. Il y aurait cent détails à signaler dans la superbe installation montée à Necker par M. Contremoulins. L'espace nous manque.

Mais nous ne pouvons passer sans décrire sommairement son **nouvel interrupteur rapide pour bobines d'induction** sous 50 à 110 volts. Il y a trois ans, **Contremoulins** avait déjà fait construire par **Gaiffe** un interrupteur à mercure, à rupture brusque, donnant des décharges très puissantes. Le nouveau modèle, tout différent comme principe, est métallique.

Soit un cylindre isolant, mobile autour de son axe. Recouvrons d'une feuille de métal, une partie de la surface latérale de ce cylindre comprise entre deux génératrices. Deux charbons, décalés l'un par rapport à l'autre, appuient sur le cylindre. Ils amènent et emmènent le courant alimentant la bobine. Comment se fait l'établissement du courant et sa rupture ? On l'a deviné, sans aucun doute. Dès que les deux charbons appuient simultanément sur la feuille métallique, le courant passe. Le bord postérieur du métal abandonne-t-il le balai postérieur, le courant est rompu, etc... Le mouvement est donné au cylindre par un petit moteur électrique en dérivation sur le circuit de la bobine ; cylindre et balais baignent dans du pétrole pour éteindre l'étincelle de rupture. En outre, la surface du cylindre porte non pas une mais deux feuilles métalliques séparées, d'où nombre d'interruptions double : on peut obtenir jusque 100 interruptions à la seconde. Un des balais est fixe, l'autre est décalable au moyen d'un levier, ce qui permet de réduire à volonté la durée d'établissement du courant

La consommation d'une bobine avec cet interrupteur est faible. Sur une Ruhmkorff de 40 centimètres, où un Wehnelt donnait 13 cm. pour 28 à 35 ampères sous 66 volts, l'interrupteur

(1) J. D. Lucas, S. J., *Les Rayons X à l'Exposition annuelle de la Société française de Physique*, avril 1897, dans cette Revue, juillet 1897.

cylindrique de M. Contremoulins donne 40 cm. pour 6 ampères sous 66 volts. La consommation du moteur est de 70 à 100 watts suivant la vitesse.

La souplesse de ce nouvel interrupteur est extrême : il fait débiter à une bobine aussi bien son maximum d'étincelle que quelques millimètres seulement.

Dermite radiographique. — Puisque nous parlons radiotechnie, c'est le moment de dire un mot de ce que l'on appelle les accidents dus aux rayons X, leurs méfaits. Au début, comme il était naturel, s'est dessinée une tendance à attribuer à la mystérieuse radiation des influences multiples. On a parlé de palpitations insupportables et de battements très violents du cœur lorsque les rayons traversaient la poitrine, etc... Ces observations paraissent être restées isolées.

En revanche, les cas de dermite ont été très fréquents. Chez certains opérateurs, obligés par état à exposer fréquemment et à faible distance, la main aux rayons X, cette affection cutanée a pris un caractère grave.

Dénominations et descriptions, à elles seules, sont de nature à inspirer un légitime effroi. Il y a vésication et ulcération ; c'est un phlyctène, un érythème, et même un érythème hydroa...

En langage ordinaire, on dirait que la peau prend la coloration des engelures, se crevasse et s'écaille comme sous l'action du froid. Le poil tombe. Pas de vraies douleurs, mais de la gêne, et parfois la sensation de serrement produite par des gants trop étroits. L'agent coupable de ces méfaits est de nature traîtresse. Au cours de l'opération radiologique, rien n'y paraît ; huit et dix jours après, rien encore. Puis, l'irritation commence, la rougeur et le reste. L'ennui est que cette affection, quand elle est grave, semble rebelle à tout traitement.

Mais d'abord, est-ce bien réellement aux rayons X qu'il faut attribuer ces effets fâcheux ? La question est très controversée, et il serait prématuré de vouloir la trancher d'une façon péremptoire. Toutefois, le grand courant de l'opinion parmi les maîtres de l'art, se dirige franchement vers la négative. Le Congrès international d'Électrologie et de Radiologie médicales tenu à Paris au mois de juillet dernier, a fourni l'occasion de remarques intéressantes à ce sujet.

Reprenons les choses d'un peu plus haut.

Il ne fut pas fort difficile de voir que les rayons X ne devaient

pas être incriminés à la légère. En effet, dès 1897, Monell (1) en Amérique, observait que la machine statique ne produisait jamais de dermite. Sans doute, concluait-il, ces accidents devaient être attribués aux courants provenant des fortes bobines. Balthazard (2) et Destot (3) à la même époque, constataient l'innocuité des machines statiques. Or, rien ne permet de supposer les rayons X fournis par ces dernières machines, différents de ceux obtenus par l'intermédiaire des bobines.

D'autre part — disons-le tout de suite — l'introduction des tubes focus, paraît avoir été le signal d'une recrudescence du fléau radiotechnique (4) suivie elle-même d'une atténuation. Faut-il rapprocher cette décroissance du fait qu'au début, comme source d'électricité, on employait des accumulateurs, tandis que l'on recourt davantage aujourd'hui aux courants de ville (5) ? La chose serait assez bizarre et mériterait d'être tirée au clair.

De cette seule circonstance que l'irradiation avec la machine statique ne produisait pas d'inflammation, beaucoup se crurent en droit de conclure que les rayons X n'étaient pas précisément en cause. Quel était donc le coupable ? Balthazard, Destot, de Tarchanoff (6) et d'autres considérèrent que le tube radiogène est lui-même chargé d'électricité à très haut potentiel, émet des effluves, est entouré d'une véritable atmosphère électrique qui peut très bien être douée de propriétés différentes suivant la forme ou la fréquence de l'onde qui lui donne naissance. Les électrothérapeutes observent tous les jours l'énorme diversité des effets produits par le flux électrique suivant la modalité du courant employé. Or, justement, le courant de la machine Wimshurst et celui de la bobine d'induction sont loin d'être entièrement semblables entre eux. Le mal était dû, peut-être, à

(1) D'après Archives d'Électricité médicale, juin 1897.

(2) Balthazard, *Les actions physiologiques attribuées aux rayons X leur sont-elles dues ?* Revue Générale des Sciences, 30 novembre 1897, p. 891. — Le même auteur avait traité ce sujet à la Société de Biologie, séance de juillet 1897. Voir Archives d'Électricité médicale, septembre 1897, p. 353.

(3) Destot, *Modifications des tracés sphygmographiques sous l'influence des rayons X.* Écho médical de Lyon, novembre 1897.

(4) Electrical World, décembre 1896.

(5) Congrès de Paris, séance du 30 juillet, matin, d'après Archives d'Électricité médicale, août 1900, p. 400.

(6) Balthazard et Destot, *loc. cit.* — J. de Tarchanoff, *Action physiologique des tubes de Crookes à distance,* dans Archives d'Électricité médicale, novembre 1897, pp. 455 et suiv.

l'atmosphère spéciale de la bobine, à ses effluves très nourris, sans que les rayons X eussent rien à y voir.

Deux sortes de vérifications étaient possibles : d'une part, supprimer l'action des rayons X en conservant celle des effluves, et faire agir ceux-ci *in anima vili*, sur quelque malheureux cobaye ou grenouille. Si les effluves étaient seuls coupables, les accidents devaient se produire. D'autre part, conserver les rayons X et les effluves, mais mettre l'animal à l'abri des effluves, tout en laissant les rayons X l'atteindre : s'il était bien couvert, le patient devait rester indemne.

Ainsi procédèrent les expérimentateurs. Les résultats obtenus jettent certainement beaucoup de lumière sur le débat.

Supprimer l'action des rayons X en conservant celle des effluves n'est pas bien difficile. Dans l'obscurité, on voit ceux-ci jaillir tout le long du fil positif, s'il n'est pas fortement isolé. Comme d'ailleurs on n'a jamais observé d'inflammation qu'après une exposition à courte distance du tube, si l'on s'éloigne suffisamment du tube en suivant le fil, il est bien clair que le tube, et, par suite, les rayons X, seront hors cause ; les effluves seuls resteront actifs. Ils le sont, en effet, et produisent les vésicules d'hydroa. Bien plus, on peut, avec de Tarchanoff, supprimer le tube dans le secondaire de la bobine; les troubles trophiques ne s'en produisent pas moins au voisinage des conducteurs.

La consolation serait médiocre pour les radiotechniciens de savoir que si eux ou leurs clients sont mis à mal à la suite d'irradiations, ce n'est pas aux rayons X qu'ils doivent s'en prendre, mais bien aux phénomènes électriques proprement dits qui les accompagnent ; qu'il leur suffit de se tenir à distance respectable du tube pour se soustraire à la maligne atmosphère. Sans doute, beaucoup de radiographies seraient encore possibles, grâce aux excellents tubes construits actuellement. Mais que deviendront les durées de pose ? Pratiquement, ne faudra-t-il pas renoncer à faire les membres épais, le tronc ?... Non, ne nous décourageons pas.

D'abord, observons que les tubes qui donnent le plus d'effluves, sont des tubes de résistance exagérée, durs, dont les silhouettes sont grises, uniformes, sans oppositions, ternes en un mot et de valeur médiocre. Les tubes de résistance convenable, amenée au point au moyen de l'osmo-régulateur de Villard (1), donnent les meilleures images. Ils ne produisent autour d'eux

(1) Voir Revue des Quest. scient., avril 1899.

qu'un champ électrique relativement faible et sont, par suite, inoffensifs. Tout est donc à souhait pour le radiotechnicien. A-t-il réglé son tube pour une image optima, il s'est mis du coup à l'abri des effluves. Avec un tube peu résistant, même à poses très longues, pas d'accidents dermatosiques, ni de chute des poils (Bergonié) (1).

Mais enfin je suis de caractère timide, et l'on a tant parlé d'accidents graves que j'ai quelque peine à me rassurer. Une assurance de plus me serait bienvenue.

Précisément, nous y venons : même au voisinage d'un tube résistant et sans arrêter les rayons X, on peut se mettre à l'abri des effluves.

On se rappelle en effet le théorème de Faraday : une surface conductrice continue fermée constitue pour tous les points qui lui sont intérieurs un abri parfait contre toute action électrique extérieure. Il n'est pas même nécessaire que cette surface soit continue. Elle peut être remplacée par une cage fermée, à mailles plus ou moins serrées suivant les cas — et c'est là, soit dit en passant, le principe du paratonnerre Melsens (2). Surface et cage fermées peuvent encore être remplacées par une plaque continue ou en treillis suffisamment large; mais cette plaque doit être *soigneusement mise en connexion métallique avec la terre.* Si, au contraire, elle est isolée, le corps électrisé contre l'action duquel elle est censée protéger, y induira des charges qui créeront un champ à peu près équivalent au champ primitif. Son rôle protecteur sera nul ou, tout au moins, considérablement entravé.

Que notre écran protecteur soit en mince tôle d'aluminium, et les rayons X atteindront, sans affaiblissement notable, l'objet mis entièrement à l'abri de l'atmosphère pernicieuse.

Ces conditions furent réalisées dans les expériences de de Tar-

(1) Congrès de Paris, *loc. cit.*

(2) Beaucoup de personnes entendent sous le nom de " paratonnerre Melsens ", un paratonnerre ordinaire où l'on a remplacé la longue tige par des bouquets d'aigrettes plus ou moins nombreuses. Les aigrettes sont extrêmement utiles, si du moins on les répand à profusion ; car enfin elles jouent un peu le rôle de robinets destinés à vider rapidement un réservoir dont la charge peut être immensément grande dans les puissantes manifestations orageuses. Les robinets sont, hélas, de faible débit. On n'en saurait trop mettre. Mais le principe essentiel du Melsens, ce qui constitue sa vraie efficacité, c'est la cage à mailles suffisamment étroites. Se préoccupe-t-on assez de la réaliser ?

chanoff. L'efficacité de la protection par l'écran métallique y trouva une confirmation très nette.

La feuille d'aluminium interposée entre le tube et le patient entra même dans la pratique courante de plusieurs laboratoires. Les accidents érythémateux ne se reproduisirent plus.

Chose curieuse,qui confirme les idées exposées et nous apporte en même temps un enseignement : on a vu l'épilation se produire au regard d'une ouverture percée dans une plaque d'aluminium et ne pas apparaître sous la plaque elle-même. Si elle s'est produite à l'ouverture, c'est donc que celle-ci constituait une maille trop large. Mieux vaudra sans doute s'en tenir à n'employer que des plaques continues. Plus de crainte alors, semblerait-il.

Il n'empêche. Des praticiens ne veulent pas reconnaître à l'aluminium une vraie efficacité au point de vue de la protection contre les effluves. Schiff et Freund (1), par exemple dans leur rapport sur l'*État actuel de la radiothérapie*, fort remarqué au Congrès de Paris, font leurs réserves à ce sujet.

Disons brièvement que les auteurs ont employé avec succès le tube de Crookes dans les dermatoses provoquées par des parasites, le *lupus vulgaris*... et dans les affections de la peau dans lesquelles l'élimination des poils constitue un élément essentiel pour la guérison. Comme technique : de cinq à vingt minutes d'exposition à un tube de Crookes distant de 5 à 10 centimètres de la peau. Les parties saines sont protégées par un écran de plomb.

Les auteurs, tout en rapportant leur procédé à la radiothérapie, reconnaissent que les actions curatives observées ne sont pas dues aux rayons mais au champ électrique du tube.

Ils ont étudié avec beaucoup de soin l'action des étincelles directes produites par une bobine, ou par le procédé d'Arsonval-Oudin. Elles peuvent, disent-ils, provoquer la chute du poil — détruire les cultures récentes ou développées de microorganismes, arrêter du moins leur progrès — et voici ce qui nous intéresse spécialement : ces effets se produisent aussi à travers de minces couches d'aluminium, d'étain.

Comment expliquer ce désaccord entre les divers expérimentateurs que nous avons cités ?

Guilloz fait remarquer que l'écran frappé par les rayons X émet des rayons de transformation, rayons secondaires dont l'action ne peut pas être négligée. Peut-être, en effet. Seulement,

(1) Congrès de Paris, *loc. cit.*

disons-le, ces rayons sont très absorbables et, s'ils avaient une action, pour s'en garer, il suffirait, vraisemblablement, de ne pas appliquer l'écran sur la peau mais de la tenir à un ou deux centimètres de distance, disposition toujours à conseiller d'ailleurs.

Mais on peut en outre se demander si la condition requise pour qu'une plaque joue le rôle d'écran était bien remplie. Était-elle *soigneusement mise en connexion avec la terre ?* La poser simplement sur le corps ne suffit pas. Nous dirons plus : la relier par un ou deux fils métalliques à une canalisation de gaz ne suffit pas. Qui n'a remarqué de petites étincelles plus ou moins nombreuses le long des fils ou des chaînettes qui réunissent à des tuyaux de gaz un corps soumis à une puissante induction, l'armature secondaire d'une jarre en charge, par exemple? Ces fils sont loin d'être à l'état neutre. Il en va de même *à fortiori* de la surface induite.

Et n'est-ce pas là aussi, l'explication du cas de dermite relaté au Congrès par Bernard et Ruotte, et qui, au premier aspect, ne laisse pas d'être assez troublant? Il s'agit d'une radiographie du thorax faite avec un tube très dur, à 15 centimètres de la peau — distance insuffisante évidemment — pose 35 minutes. A deux centimètres de la peau, une plaque d'aluminium, mise à la terre par des fils accrochés à la conduite du gaz. Après neuf jours, une grande tache brune, nécrose de l'épiderme et du derme.

On peut le croire avec grande apparence de raison : à 15 centimètres d'un tube très dur la plaque était chargée, les fils ne possédant peut-être pas assez de capacité pour la décharger instantanément, ou encore, la canalisation de gaz, avec ses bourrages d'étoupe et ses mastics interposés, ne constituant, somme toute, bien souvent, qu'une très médiocre prise de terre. — Une canalisation d'eau présente bien plus de garanties.

En résumé, veut-on se mettre à l'abri de la dermite radiotechnique, on n'emploiera que des tubes plutôt doux, tenus à quarante ou cinquante centimètres du patient, au minimum. Les images, dans ces conditions seront excellentes.

Pour plus de précaution, on interposera entre le tube et le patient, à quelques centimètres de celui-ci, une feuille d'aluminium de bonnes dimensions (de façon à couper tout le champ électrique du tube) et mise en large et intime communication avec la terre (par exemple, au moyen d'un ruban métallique soudé à une canalisation d'eau). On peut du reste s'assurer de la valeur de la prise de terre en mettant un tube dur en activité assez près de la plaque et en vérifiant avec un électroscope, une

balle de sureau, un débris de feuille d'or des doreurs, etc., l'état neutre de la plaque et du ruban.

N'aura-t-on à ce prix jamais d'accidents érythémateux? On a tout le droit d'y compter. Les expériences affirmatives sont extrêmement nombreuses. Les rares cas défavorables prêtent le flanc à des doutes.

J. D. Lucas, S. J.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE ET NOTES

—

CHARLES HERMITE (1822-1901)

Supplément (1)

Esquisse biographique. Page 357, ligne 9, lire *arithmétique supérieure*, au lieu d'*analyse supérieure*.

Notice. Ajoutez à la fin de la note de la page 70 : " M. Picard a publié, dans les Annales de l'École normale supérieure (1901, 3e série, t. XVIII), une leçon faite à la Sorbonne, le 2 mars 1901, sous le titre : *L'Œuvre scientifique de Charles Hermite* (26 p. in-4°).

Liste des Ouvrages et Notes de Charles Hermite. Nous réparons ici quelques omissions, grâce à la bibliographie moins précise, mais très complète, publiée par M. G. Loria, dans son *Bollettino*, 1901, pp. 20-31.

I. Ouvrages, notes, préfaces. Ajouter : 1° dans le titre, après le mot *préfaces*, le mot *discours*.

2° A la fin du n° 1 : Cf. Cauchy et Liouville, CR, 1851, XXXII, 442-452.

3° Après le n° 6 (p. 373) ce qui suit :

7. Discours. A. Séance de l'Académie des sciences de Paris du lundi 29 décembre 1889. CR, CIX, 991-999.

Notice sur Chevreul, Halphen, Philipps, et sur les mémoires de MM. Poincaré et Fuchs couronnés au concours de Stockholm.

(1) Voir Revue des Questions scientifiques, avril 1901, 2e série, t. XIX, pp. 354-396.

B. Discours prononcé lors de son jubilé [pp. 13-17 de la brochure intitulée : *1822-1892. Jubilé de M. Hermite* (24 décembre). Paris, Gauthier-Villars, 1893 ; 45 pages in-8°].

II. Notes et Mémoires. 9 (p. 375). Après 1843, mettre : (CR, XVII, 82).

15 (p. 376). Après le titre, ajoutez : Cf. CR, XXXIV, 133.

32, 33 (p. 378). L'année 1858 doit précéder le n° 32 et non le n° 33.

Après le n° 54 (p. 381), introduire un n° 54bis : Sur deux intégrales doubles. *Annales de l'École normale supérieure*, II (1865). pp. 49-53.

128, 129 (p. 391). Le premier de ces mémoires devrait être le second et réciproquement.

149 (p. 393). Ce mémoire a été publié aussi dans le recueil cité n° 147.

182bis (p. 396). Ajouter : Question 951. *Intermédiaire des mathématiciens*, IV, p. 1.

184 (p. 396). Ne doit pas être précédé de la désignation 1899 ; cette note a paru en 1897, comme la précédente.

186 (p. 396). A remplacer par : 1899. 185, et à placer avant le n° 185 qui doit être remplacé par : 1900. 186 (1).

Enfin, dans la quatrième édition de l'ouvrage de Gerono et Roguet intitulé : *Programme d'un cours d'Arithmétique, d'Algèbre et de Géométrie analytique* (Paris, 1856) se trouve pp. 154-190, une note intitulée : *Sur la théorie des polygones homogènes du second degré*, d'après M. Hermite (2).

Eug. Spée. Les protubérances blanches et la couronne solaire, brochure in-8° de 21 pages avec 1 planche (Extrait du Bulletin de la Soc. belge d'Astronomie, n° 3, 1901).

Rappel des observations et discussion des vues théoriques de M. Tacchini relatives à une variété de protubérances qui échappent au spectroscope, en temps ordinaire, et qui au cours

(1) Ces diverses additions et corrections, excepté celle qui est relative au n° 54bis, ont été introduites dans le tirage à part de cet article publié sous le titre *Charles Hermite* (1822-1901), Paris, Gauthier-Villars (47 p. in-8°) et aussi donné en appendice au n° de mai 1901 de Mathesis.

(2) On nous a signalé récemment une autre note d'Hermite sur laquelle nous espérons que l'un ou l'autre lecteur de la Revue pourra nous donner des indications plus précises : Note sur la limite de $\left(1+\frac{1}{m}\right)^m$ (vers 1859).

de la durée d'une éclipse totale ne sont qu'imparfaitement reproduites par la photographie. Monographie des observations spectrales et bolométriques de la couronne.

Ern. Pasquier, professeur à l'Université de Louvain. Cours de Mécanique analytique. Tome premier : *Vecteurs. — Cinématique. — Statique et dynamique du point.* Un volume in-8° de 358 pages. Paris, Gauthier-Villars, 1901.

La Revue donnera, dans une prochaine livraison, un compte rendu détaillé de cet excellent traité. En attendant, nous en reproduisons ici la préface.

" Ce cours est un cours élémentaire, spécialement destiné aux élèves des Écoles spéciales de Louvain, ainsi qu'aux étudiants en sciences physiques et mathématiques qui ne choisissent pas au doctorat la mécanique analytique comme branche approfondie.

„ Dans la mesure du possible, nous avons séparé ce qui est d'ordre nécessaire de ce qui est d'ordre contingent et nous avons éclairci par des exemples pris dans la nature ce que les théories pouvaient présenter de trop ardu ou de trop abstrait.

„ A l'occasion de la force, nous en avons nettement distingué la notion mathématique et la notion physique et nous avons consacré tous nos soins à la question délicate et encore si souvent controversée de ce qu'on est convenu d'appeler les principes fondamentaux de la mécanique. Tels que nous les entendons, ces principes sont expérimentaux et concernent les forces physiques: ce sont des postulats qui ne peuvent même être qu'*indirectement* vérifiés.

„ Avec Duhamel, MM. Poincaré, Duhem, Mansion, etc., nous estimons que nous ne pouvons constater que des mouvements *relatifs* et que, comme l'a montré M. Poincaré, quand un phénomène comporte une explication mécanique, il en comporte une infinité. De toutes ces explications, la plus simple, qui est souvent aussi la plus féconde, est généralement considérée comme la vraie explication du phénomène.

„ Par exemple, quand on étudie l'ensemble des corps de notre système solaire, on arrive à l'explication la plus simple en regardant le Soleil comme immobile et en rapportant les mouvements à ce que nous avons appelé le *solide stellaire* ou aux astres absolument fixes : *dans ces conditions*, les mouvements constatés obéissent aux lois de Képler ou mieux à la gravitation universelle découverte par Newton. Cette explication doit être considérée comme l'une des vérités scientifiques les mieux

établies, si la vérité scientifique est l'hypothèse la plus simple expliquant l'ensemble des faits étudiés.

„ Il faut cependant noter que la concordance entre les résultats des observations et les déductions de la gravitation universelle est exclusivement mathématique, et Newton ne croyait pas que la gravitation soit *physiquement* vraie. — Ce que nous venons de dire de la gravitation peut se répéter pour la rotation de la Terre : les choses se passent comme si cette rotation existait en même temps que la gravitation, mais aucun phénomène mécanique ne peut en *démontrer* la réalité physique.

„ Dans le cas d'un point qui n'est pas libre, nous n'avons pas supposé normale la force de liaison : de ce chef, notre exposition a gagné, pensons-nous, et au point de vue analytique et au point de vue pratique. Nous croyons aussi avoir exposé le principe des travaux virtuels et celui de d'Alembert d'une façon plus générale et plus rigoureuse qu'on ne le fait habituellement. „

B. Lefebvre, S. J. Recueil d'exercices et de problèmes d'algèbre élémentaire. Seconde édition considérablement augmentée. Un volume in-8° de IV-236 pages. Namur, Wesmael-Charlier, 1900.

Nous empruntons à Mathesis l'appréciation suivante : “ Nouvelle édition de l'excellent recueil que nous avons annoncé dans Mathesis en 1898 (p. 113). Des additions ont été faites presque à chaque page du recueil et l'ont augmenté de 70 pages. L'auteur a consacré aux maxima et aux minima, aux questions d'intérêt composé et aux opérations viagères, de nombreuses pages neuves. On trouve à la fin du volume un formulaire plus complet que celui de la première édition, sept nouvelles tables (inverses des 100 premiers nombres; logarithme du produit 1, 2, 3... n de $n = 1$ à $n = 25$; x^n pour x et n de 1 à 9; tables sommaires de mortalité; table pour le calcul des rentes viagères et des assurances; sinus, tangentes et arcs en fonction du rayon; table d'intérêts composés), enfin un abaque des intérêts composés.

„ Il n'existe pas que nous sachions un recueil d'exercices et de problèmes d'algèbre élémentaire que l'on puisse comparer à celui du P. Lefebvre. „

Henri Bénard. Les tourbillons cellulaires dans une nappe liquide propageant de la chaleur par convection, en régime permanent. Thèse du doctorat ès-sciences physiques

présentée à la Faculté des sciences de Paris. Un vol. in-8° de 88 pages avec 28 figures dans le texte. Paris, Gauthier-Villars, 1901.

L'auteur met en évidence l'existence d'un régime permanent stable dans le mouvement des liquides en couche mince transportant de la chaleur par convection, et il en détermine tous les éléments géométriques, cinématiques et dynamiques : dans une nappe liquide n'offrant d'autre hétérogénéité que des différences de température, il s'établit une division cellulaire, nette et régulière, d'où résulte une distribution périodique identique à celle d'un milieu cristallisé; seulement l'ordre de grandeur est ici 10^6 fois plus grand.

C'est le premier exemple d'un problème d'hydrodynamique des fluides réels complètement résolu par des méthodes d'observation purement physiques, sans aucun renseignement préalable soit expérimental, soit théorique. Ce n'est pas seulement par l'intérêt de ses conclusions et leur portée, mais par les dispositifs opératoires imaginés par l'auteur pour assurer la régularité du phénomène qu'il voulait étudier, et par les applications qu'il y fait des méthodes optiques générales de l'étude des surfaces que ces belles recherches intéresseront les physiciens.

On trouvera un résumé et des compléments dans les articles suivants de l'auteur : Journal de Physique, 3e série, t. IX, 1900, pp. 513-524; t. X, 1901, pp. 254-266. Revue générale des Sciences, t. XI, 15 décembre 1900, pp. 1261-1271; 30 décembre 1900, pp. 1309-1328.

L'IRLANDE PRÉHISTORIQUE

A mesure que les recherches préhistoriques se développent, que les conclusions deviennent plus nettes et mieux fondées, il faut modifier bien des théories acceptées jusqu'ici. Ainsi, on nous disait que la métallurgie avait pris naissance sur un point inconnu de l'Asie et que ses progrès parmi les races qui peuplaient alors le globe, avaient été très inégaux : les Égyptiens étaient en possession du fer 3500 ans avant notre ère, les Grecs au XVe siècle, les Italiens et les Scandinaves au XIIe, les Gaulois au VIIe avant N.-S., les habitants de l'extrême Nord bien plus tard encore. Aujourd'hui, nous pouvons prouver que le fer était connu des Scandinaves et employé par eux dès la fin de la première époque du fer, au plus tard 500 ans avant l'ère chrétienne, probablement même beaucoup plus tôt (1). Sans doute, il est impossible d'établir un synchronisme régulier entre les étapes de l'évolution industrielle en Europe ; mais déjà nous pouvons dire avec quelque degré de certitude qu'il ne s'est pas écoulé plus de deux ou trois siècles entre les temps où les armes et les outils de fer ont remplacé les armes et les outils de bronze en Irlande comme dans la Gaule, en Scandinavie et en Hongrie comme en Grèce. Le commerce de l'ambre si important, celui des métaux précieux, celui de l'étain, le triste trafic des esclaves avaient dès les temps les plus reculés établi des relations entre les habitants des diverses régions

(1) Montelius et Reinach, *Les temps préhistoriques en Suède*. Nous leur faisons de larges emprunts.

de notre continent ; et un progrès essentiel connu sur un point se répandait rapidement dans les pays environnants.

Les faits avancés par MM. Montelius et Reinach viennent à l'appui de ces conclusions. Les fouilles faites dans les tombes de Vedel (île de Bornholm) montrent que, bien avant les Romains et leurs expéditions vers le Nord, les Scandinaves possédaient des armes et des instruments que l'on ne saurait mieux comparer qu'à ceux en usage dans l'Europe centrale ou occidentale à la première période de la Tène (1). On a depuis recueilli des objets de ce même type au Jutland et en Fionie (2).

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Pendeloque portugaise en ardoise.

Les études préhistoriques en Irlande justifient ces mêmes conclusions. A l'époque néolithique, on trouve dans ce dernier pays des pointes de flèche en silex en forme de losange, polies sur les deux faces et finement retouchées sur les bords ; des pointes similaires se rencontrent en Portugal, mais n'ont jamais été trouvées en dehors de ces deux pays (fig. 1 et 2). Le Portugal a aussi fourni une pendeloque en ardoise (fig. 3) ornée de dessins au trait parmi lesquels domine le triangle et qui offre une ressemblance frappante avec les ornements de certaines haches en bronze irlandaises. Mon savant confrère M. Car-

(1) La Tène moyenne, selon les Allemands, aurait duré du IIe au IIIe siècle avant notre ère. Quant à la durée des âges de pierre et de bronze qui l'avaient précédée, on ne peut rien préciser avec quelque sécurité.

(2) MÉM. DE LA SOC. DES ANT. DU NORD.

tailhac (1) a déjà rapproché de ces ardoises une hache conservée à Sorèze (Tarn) que l'on croit de provenance irlandaise (2). Le fait de relations suivies entre la péninsule ibérique et l'Irlande semble également être indiqué par la croyance des anciens que l'Irlande était située entre la Bretagne et l'Espagne (3). Il aurait donc existé une navigation directe entre l'Espagne et l'Irlande, comme entre l'Espagne et les îles Cassitérides.

A cette époque, l'Irlande avait déjà son existence propre et un courant établi de relations commerciales. Nous en verrons d'autres exemples; mais déjà nous pouvons dire que dès cette antiquité reculée datant de quinze à dix siècles avant notre ère, elle jouissait d'une prospérité qu'elle n'a peut-être jamais connue depuis. Salomon Reinach l'appelle πολύχρυσος et la compare à Mycènes ; mais Mycènes importait l'or, l'Irlande le recueillait dans ses mines ou dans ses alluvions et l'exportait au loin.

L'or de tout temps par son éclat a attiré l'attention des hommes même les plus barbares. Selon Sir W. Wilde, il fut le premier métal connu des Irlandais. Les plus anciennes légendes venues jusqu'à nous le mentionnent et le livre de Leander écrit au XIIe siècle les répète. Le nombre des bijoux d'or des temps préhistoriques conservés au Musée national de Dublin qui appartient à l'Académie royale d'Irlande, est une preuve de la richesse du pays. Dès 1862, Sir W. Wilde en comptait plus de 300; aujourd'hui, le nombre dépasse probablement 500 (4) et combien plus nombreux ne devraient-ils pas être puisqu'un seul bijoutier, rapporte-t-on, en avait acheté pour une valeur de dix mille livres (5), qui ont été fondus et

(1) AGES PRÉH. DE L'ESPAGNE ET DU PORTUGAL, fig. 96, 97, 100, 101.

(2) Reinach, *Les croissants d'or irlandais*, pp. 14, 15. REV. CELTIQUE, janv.-avril 1900.

(3) « Hibernia medio inter Britaniam atque Hispaniam sita. » Tacite, *Agricola*, XXIV.

(4) *Catal. Gold*, p. 2.

(5) 250 000 francs.

perdus pour la science! Le poids total de ceux qui restent au Musée est de 570 onces. Les objets en or du British Museum de la même époque provenant de l'Angleterre, de l'Écosse et du pays de Galles ne pèsent guère que 20 onces, plus de vingt-cinq fois moins. Cette différence est suggestive.

Ce n'est pas seulement en Irlande que l'or s'est rencontré presqu'aux débuts de l'humanité sur la terre. Il s'est trouvé en Armorique mêlé à la calaïs (1); il s'est trouvé en Saxe, en Sibérie selon Pallas. Agartharcide dit qu'il existait en Égypte à une époque où l'on ne connaissait encore que des instruments en bronze. Les Égyptiens l'achetaient des Nubiens et les anciens auteurs mentionnent un peuple vivant sur les bords de la Mer Rouge qui échangeait son or contre du fer, du cuivre ou de l'argent (2). Les mines d'or de l'Archipel étaient déjà épuisées au temps de Strabon, mais le souvenir de leur grande richesse s'était conservé par une constante tradition et Hérodote nous dit que les vases d'or des Scythes en provenaient.

En Irlande, l'or qu'il vînt de mines ou d'alluvions, était probablement en grande partie épuisé lors de la venue des Romains dans la Gaule ou dans la Grande-Bretagne. Ils n'auraient sûrement pas négligé une île où il y avait de semblables richesses à recueillir. C'est donc plus haut qu'il faut remonter et accepter que, bien avant ce moment, l'Irlande était un centre commercial et industriel important, peut-être même, ajoute notre savant ami M. Salomon Reinach, un centre religieux et philosophique; le Druidisme serait venu mourir là où il avait pris naissance. La civilisation de l'Irlande était en progrès et ce progrès est

(1) On sait peu de choses sur la calaïs. On lui connaît cependant quatre centres bien délimités : Vannes, Ossun, Arles, Lisbonne. Un seul gisement a été reconnu en France, la mine d'étain de Montebras (Creuse) où ont été reconnues des traces d'anciennes fouilles que l'on croit préhistoriques.

(2) Strabo, 661, XV. — Diodurus, III, 15.

prouvé par ses monuments, par sa céramique, par ses ornements en or d'un style si sobre et si élégant, mieux encore par ses vaisseaux qui commerçaient avec la Scandinavie, avec notre Bretagne, avec les îles de l'Armorique où les Vikings irlandais faisaient souvent de meurtrières expéditions, probablement aussi avec des régions plus éloignées. A ces temps succède une rapide décadence, comme si de barbares conquérants étaient venus porter un coup mortel à cette culture. Des deux périodes de l'âge de fer, la première ne nous apprend rien, la seconde fournit des objets nombreux à la vérité, mais sans goût et sans originalité qui ont pu être importés de l'île anglaise où il en a été trouvé de semblables en grand nombre.

Durant la première partie de l'époque marquée par la présence des Romains en Gaule et dans la Grande-Bretagne, nous assistons à une nouvelle éclipse que l'on ne peut mieux comparer qu'à la ruine de la civilisation achéenne par l'invasion dorienne et dont la cause reste inconnue, puis au ve siècle de notre ère, à une éclatante renaissance marquée par les chefs-d'œuvre de l'art irlandais, la châsse de saint Patrick, la gloire du Musée de Dublin, par exemple (1).

La civilisation que nous venons de résumer était due, du moins à ses débuts, aux Ibères, ces grands conquérants qui sous des noms différents ont occupé une partie de l'Europe, l'Espagne, l'Italie, le sud de la France, l'Ecosse et qui sont aujourd'hui encore représentés dans le nord de l'Afrique par les Berbères. Les Ibères étaient une race forte, intelligente et une prospérité remarquable suivit leur établissement en Irlande (2). Au VIIe siècle avant Jésus-Christ, les vieilles légendes racontent que les Fir-

(1) S. Reinach, *Les croissants d'or irlandais.*

(2) Les crânes trouvés sous les cairns et sous les tumuli appartiennent à deux races différentes, l'une brachycéphale, l'autre dolichocéphale. La première était représentée par les Celtes, la seconde par les Ibères. Voyez Wilde, *Lectures on the Ethn of ancient Irish.*

Bolgs envahirent le pays, y établirent un gouvernement régulier et rejetèrent les aborigènes dans les îles de l'Ouest. Cinq siècles plus tard (1), d'autres envahisseurs les Thuata de Danan (2) arrivèrent par l'Est. Une lutte sanglante s'engagea entre les nouveaux venus et les Fir-Bolgs. La bataille de Moytura, célèbre dans les annales irlandaises, dura quatre jours. Les Fir-Bolgs furent finalement vaincus, leur roi fut tué et leurs débris rejetés vers la baie de Galway (3). Les Thuata sont regardés comme de race celtique. Au milieu de ces invasions se renouvelant sans cesse, il est difficile de dire à quelle race appartenaient les Fir-Bolgs ; les uns les disent des Celtes, les autres avec plus de probabilité des Ibères.

Les principaux rapports de l'Irlande durant les temps de sa prospérité, étaient sans doute avec la Scandinavie et avec la Bretagne. Les spirales que nous voyons sur les pierres de New-Grange, de Lough Crew, de Dowth sur d'autres monuments encore, se voient en Scandinavie sur des objets en métal datant de l'âge de bronze. En Irlande, on ne les trouve que sur les pierres où il était sans doute plus facile de les sculpter et de les graver. Les rapports avec notre Bretagne se justifient par la découverte sur plusieurs points de la France, à Valognes notamment, de ces croissants en or d'un travail si spécial à l'Irlande. Ils se prouvent mieux encore par l'ornementation semblable du monument de New-Grange et du monument de Gav'rinnis, ornementation qui ne se voit dans aucune autre région de la Gaule, ni de l'Europe au-delà de la grande ligne du commerce de l'ambre qui a joué un si grand rôle dans les temps préhistoriques. Montelius dit même que ce fut ce commerce qui introduisit la spirale dans le nord de notre continent.

(1) 170 ans avant N.-S.

(2) Probablement les Celtes du second ban, les *Belgae*.

(3) Sir W. Wilde, *Ireland past and present*. — O'Curry, *Lectures on the Materials of ancient Irish History*.

Les plus anciens bijoux en or, en tant qu'il est possible de leur assigner une date certaine, portent des ornements géométriques ; les plus intéressants (1) sont les croissants en or, auxquels dès 1773, l'évêque Pococke donnait le nom de *lunellae* (fig. 4, 5 et 6) et qui étaient sans doute des colliers à l'usage des femmes, des gorgerins ou des hausse-

Fig. 4.

Fig. 5.

Lunules d'or du Musée de Dublin.

Fig. 6.

Croissant d'or découvert à Valognes.

cols, dit M. Reinach reprenant le nom précédemment donné par Millin et Gosselin (2). Ils sont découpés dans des feuilles d'or, terminés soit en pointes, soit en petits disques. « La décoration obtenue au burin, plus rarement au poinçon, est presque toujours caractérisée par des triangles incisés et ombrés à l'aide de lignes parallèles. On

(1) Reinach, *l. c.* — Proc. Roy. Soc. of Ant. 1897, p. 366.

(2) On en connaît plus de soixante : 32 à Dublin, 11 au British Museum, 4 à Edimbourg, 1 à Belfast, 3 dans les collections particulières signalées lors de leur découverte et perdues depuis, 2 au Musée de Copenhague, 1 à Kernuz dans la collection de M. P. du Chatellier, 3 dans le Cotentin fondus depuis, enfin 2 quartiers de lune trouvés en Vendée. Cette distribution géographique que donne M. Reinach est instructive.

trouve aussi des chevrons, des dents de loup, de petits carrés disposés en cases de damier. Dans un des exemplaires connus, la décoration consiste en une série de petits cercles obtenus au poinçon (1). On ne voit jamais ni spirales, ni cercles concentriques. L'étude des éléments de cette décoration ne laisse guère de doute sur l'époque à laquelle il convient de l'attribuer ; ils sont en effet identiques à l'ornementation qui caractérise la poterie et le métal durant la première partie de l'âge de bronze, non seulement en Irlande mais dans toute l'Europe (2).

Fig. 7.

a. Hache d'Irlande. *b.* Hache de Perth. *c.* Hache de Schonen.

Le même style de décoration se voit sur de nombreuses poteries, sur les pierres de New-Grange (3), sur des haches probablement d'origine irlandaise (fig. 7). Montelius (4) les date de la première période du bronze ; nous pouvons dater les *lunellae* de la même époque, c'est-à-dire approximativement de 1400 avant Jésus-Christ. C'est une complète

(1) Wilde, *Cat. Gold*, fig. 2.

(2) Reinach, *l. c.*, p. 4.

(3) Coffey, *On the tumuli of New-Grange*, p. 95. — New-Grange est un des monuments les plus anciens de l'Irlande. Il était entouré d'un cercle de pierres de grandes dimensions. Le tumulus lui-même était formé de pierres, la plupart amenées de fort loin. On y pénétrait par un passage de 65 pieds de longueur sur une hauteur minima de 6 pieds et une largeur de 5 pieds. La chambre centrale est elliptique ; elle mesure 18 pieds sur son plus grand axe. Les murs de cette chambre sont construits en grosses pierres dont quelques-unes atteignent jusqu'à 10 pieds de hauteur. Ils soutiennent un toit en forme de dôme. Nombre d'entre elles sont couvertes de losanges, de zigzags, de volutes, de spirales, de triangles incisés au marteau ou sculptés en relief. Buckland, *On some Cornish and Irish Monuments*, Journ. Anth. Inst., 1880.

(4) Archiv für Anthropologie, t. XIX, pp. 5 et 6 ; t. XXVI, p. 459.

réfutation des savants qui prétendent faire remonter ces objets aux Romains. Nous arrivons donc à cette conclusion inattendue, que la civilisation de l'Irlande durant l'âge de bronze était supérieure à celle des pays voisins. La comparaison de la céramique préhistorique irlandaise avec la céramique anglaise de la même époque démontre facilement cette supériorité (1). Greenwood (2) en avait déjà fait la remarque. Depuis ces temps, la décadence de l'Irlande préhistorique n'a fait que s'accentuer. Les crannogs, îlots artificiels signalés pour la première fois en 1839, sont d'une époque plus récente que les villages lacustres de la Suisse (3). On en connaît aujourd'hui 196 formés de troncs d'arbres reliés entre eux par des poutres horizontales à peine écorcées. Sur ces troncs s'élevaient des cabanes qui offraient à leurs habitants une sécurité momentanée. Ces crannogs datent d'époques très différentes et le mélange d'objets de toute nature en pierre, en bois, en corne, en bois de cervidé, en métal ne permet guère de les dater avec quelque précision. A Lough Marne auprès de Belfast, on signale un crannog détruit trois fois par un incendie et chaque fois rétabli en l'agrandissant. A Drumdarragh (Fermanagh), les fouilles ont mis à jour trois foyers superposés. Dans un crannog de l'île Monalty, à côté de bijoux d'une époque relativement moderne, on a retiré de nombreux instruments, armes ou outils de l'âge de pierre, d'autres remontant certainement à l'âge de bronze (4).

Les légendes irlandaises disent leur vieille histoire. Ils servaient de retraite aux chefs de clan dans leurs guerres fréquentes entre eux et dans leurs révoltes plus fréquentes encore contre leurs rois. Les tours dont on compte une centaine construites en pierres brutes, servaient comme les

(1) Reinach, *l. c.*, p. 11, note 1.
(2) British Barrows, p. 62.
(3) Wylie, Archeol. Brit., t. XXXVIII.— Proc. Roy. Irish Acad., t. I, p. 420.
(4) Shirley, Arch. Journ., t. III, p. 44.

crannogs de retraite dans les jours troublés. Leur hauteur varie de 70 à 130 pieds. Leur entrée est toujours à une assez grande distance du sol. On leur attribue l'antiquité la plus diverse depuis les temps préhistoriques jusqu'aux Druides, jusqu'aux premiers moines chrétiens eux-mêmes. On les a regardés comme des temples du Soleil, des monuments phalliques, des tours à signaux, les ermitages des premiers apôtres de l'île (1). Leur véritable destination reste inconnue et probablement elle a singulièrement varié.

L'or s'épuise rapidement sous l'ardent effort des chercheurs ; avec lui s'éteint la prospérité factice qu'il avait créée. C'est l'histoire de l'Irlande, c'est l'histoire des peuples anciens ; ce sera celle des peuples modernes qui se déroule sous nos yeux. La philosophie de l'histoire nous montre que toujours la roche tarpéienne est près du Capitole.

Mis DE NADAILLAC.

(1) H. Martin, *Études d'Arch. Celtique*.

TROIS VOYAGEURS VÉNITIENS

AU XIIIe SIÈCLE

Les Vénitiens se sont transmis durant plusieurs siècles, par tradition orale, le souvenir, peut-être un peu enjolivé, de la surprise éprouvée chez eux en 1295, à l'arrivée de trois voyageurs au costume exotique, qui parlaient un italien mêlé de mots étrangers, et venaient, disaient-ils, reprendre possession de leur palais à Venise. Le nom qu'ils se donnaient était connu ; leurs visages l'étaient moins. Cependant leur identité fut établie.

Les frères Nicolo et Maffeo Polo avaient constamment voyagé ou séjourné en Orient depuis environ l'année 1254, à part les années 1269-70, où ils avaient reparu à Venise. Leur fils et neveu Marco Polo, qui les avait accompagnés dans leur second voyage, se retrouvait dans sa patrie après vingt-six ans d'absence. Il l'avait quittée à l'âge de dix-sept ans.

Les Poli revenaient chargés de richesses. Leur palais s'appela la *Corte dei Millioni ;* le plus jeune et le plus célèbre d'entre eux fut nommé *Messer Marco Millione ;* c'était lui surtout qui avait fait fortune en Orient. Mais, pour l'Europe, sinon pour lui-même, Marco Polo rapportait mieux que les trésors étalés dans le palais des Millions ; il rentrait à Venise avec des souvenirs et des notes du plus haut intérêt. La relation de ses voyages allait révéler à l'Occident un monde dont il n'avait qu'une idée confuse ; donner aux Portugais, après du temps il est

vrai, un stimulant dans leurs tentatives de circumnavigation de l'Afrique, et contribuer à lancer Christophe Colomb vers l'extrême Orient par une voie nouvelle, où il rencontra heureusement l'obstacle de l'Amérique.

Marco Polo a-t-il eu le pressentiment des effets que son livre a produits ? Il serait absurde de l'affirmer en ce qui concerne la découverte, toute fortuite, du nouveau monde. Quant aux régions lointaines de l'Orient, il regrettait apparemment d'en voir le chemin direct entravé par les nations musulmanes ; car l'Europe, il le savait mieux que nul autre, avait trop petite part aux richesses de ces contrées. Il estimait, par exemple, que pour dix d'épices du Malabar que la Chine recevait à son grand port de Çaiton, il en venait tout au plus un aux Européens par Aden et Alexandrie, et un de poivre pour cent arrivant du Malabar et autres contrées au même port chinois. Mais l'idée que des navigateurs réussiraient jamais à gagner l'Inde en contournant l'Afrique, se serait difficilement présentée à Marco Polo. Il était en effet persuadé qu'au sud de Madagascar la navigation était impraticable dans la direction de l'Inde, à cause de la permanence de forts courants en sens contraire. Peut-être fut-il confirmé dans cette vue par suite d'un séjour assez long qu'il fit à Gênes à partir de 1296. Il doit avoir entendu parler là de la tentative des deux frères Vivaldi, partis en 1291 de Gênes pour les Indes, par l'Atlantique, avec deux franciscains, dans le dessein de s'enrichir par le commerce et de contribuer du même coup à la diffusion de l'Évangile. Les Génois n'avaient point encore reçu de nouvelles des Vivaldi. Marco Polo, nous le voulons bien, eût été le dernier à s'en étonner. Il devait se figurer une interminable longueur de chemin ; de plus, il connaissait par sa propre expérience, les lenteurs ordinaires de la navigation dans la mer des Indes. Mais les années se succédèrent, et l'on ne sut jamais ce qu'étaient devenus les Vivaldi. Leur aventure, si Marco Polo la connût, ne put lui laisser qu'une

impression fâcheuse, et une idée défavorable de leur entreprise, que cependant Barthélemy Dias et Vasco de Gama, envoyés par un prince qu'avaient animé ses récits, allaient renouveler et exécuter un jour avec tant de profit pour le Portugal (1).

I

LE LIVRE DE MARCO POLO. — CARACTÈRE OBJECTIF ET VÉRACITÉ DE CE LIVRE. — EN QUELLE LANGUE IL A ÉTÉ RÉDIGÉ.

Le livre de Marco Polo se distingue par son caractère éminemment objectif.

Les premières lignes exposent comment Marco fut amené à composer son ouvrage. Elles contiennent aussi une protestation de sincérité, qui part d'un homme tout à fait persuadé qu'il va se heurter à l'incrédulité d'un grand nombre. Cette crainte n'était que trop fondée. Marco Polo allait mourir, que des amis l'engageaient encore à rétracter, dans l'intérêt de son salut éternel, les mensonges dont ils croyaient de bonne foi sa conscience chargée.

(1) Le témoignage historique le plus sérieux de l'entreprise des Vivaldi se trouve dans les *Annales* (gênoises) de Jacques Doria, né en 1334. J'avoue cependant qu'en lisant le passage et une note de Pertz qui s'y rapporte (dans les MONUMENTA GERMANIAE HISTORICA, tome XVIII, p. 335), j'ai eu le soupçon qu'il était interpolé. D'après la note de Pertz, ce qui est dit là des Vivaldi, fait défaut dans plusieurs manuscrits des *Annales* de Jacques Doria. De plus, la notice sur les Vivaldi se termine par ces mots : « Que Dieu les conserve, et les ramène sains et saufs chez eux. » Ces mots sont peu naturels sous la plume de Jacques Doria, soixante ans au moins après le départ des Vivaldi. Mais soit que lui, ce qui peut être après tout, soit qu'un autre les ait insérés à cette place dans la notice dont il s'agit, ils semblent avoir été primitivement écrits lorsqu'on pouvait encore espérer le retour des deux navigateurs. Le témoignage n'en a que plus de valeur, et Pertz y attache avec raison une grande importance dans son mémoire sur les Vivaldi (cité presque en entier par Dussieux, dans les GRANDS FAITS DE L'HISTOIRE DE LA GÉOGRAPHIE, t. I, pp. 310-327).

Après cette déclaration et la brève indication de la date, des circonstances et du lieu où fut composé le livre, dix-huit chapitres très courts, que l'auteur embrasse sous la dénomination de *Prologue*, nous disent la manière dont Nicolo et Maffeo furent amenés deux fois aux extrémités de l'Orient, avec Marco au second voyage ; les services rendus par les Poli, surtout par Marco, comme messagers officiels et ambassadeurs du grand Kaan des Tartares, autrement dits Mongols, lequel était aussi empereur de Chine ; la reconnaissance et l'estime dont ce souverain les paya, et la manière dont s'effectua leur retour.

A la suite des préambules, se déroule la longue série des chapitres qui forment ce qui est nommé le « Livre du devisement des diversités que Messire Marc trouva ». Il y est traité d'une foule de contrées que l'auteur a visitées, et de quantité d'autres sur lesquelles il croit posséder des informations sûres. L'exposé est principalement géographique, dans le sens large du mot. Marco Polo insiste spécialement sur les mœurs, la religion, les lois, la manière de combattre et tout le genre de vie des Tartares, et de façon encore plus particulière, sur ce qui concerne leur grand Kaan. Il résume l'histoire de ce peuple, à partir de Genghis-Kaan, qui le lança dans la voie des conquêtes. — Marco Polo ne méprise pas les légendes, qui sont instructives à leur manière mais qu'il croit trop facilement ; il en recueille un certain nombre en parcourant l'Asie.

Quand on lit les préambules de l'ouvrage, on est frappé des éloges que Marco se décerne à lui-même, par la plume de Rusticien de Pise, qui écrit sous sa dictée, bien qu'il parle du voyageur à la troisième personne. On s'attend par conséquent à le voir constamment en scène dans la suite, comme beaucoup de nos touristes contemporains, dont plusieurs dissimulent ainsi le vide de leurs relations. Mais l'impression se dissipe bientôt. Dans le corps de

l'ouvrage, l'auteur (c'est toujours Marco Polo, et non Rusticien de Pise que nous désignons ainsi) condense le plus de faits possible. Si on excepte trois ou quatre endroits un peu plus personnels, il intervient seulement çà et là pour faire sentir qu'il parle en homme bien informé, ou comme témoin oculaire, ce qui est le plus souvent le cas, malgré la masse étonnante de renseignements comprise dans ses pages. Il garde même un silence absolu sur l'objet des missions dont il fut chargé par le puissant souverain des Tartares. Tant de réserve porte à croire qu'il n'a pas exagéré ses mérites dans les préambules, et qu'il y a dit la simple vérité, sans l'entourer des formules d'une fausse modestie.

Les renseignements de Marco Polo ont été généralement confirmés, rarement contredits, par les missionnaires catholiques de la Chine, comme le bienheureux Orderic de Pordenone, franciscain, qui donna sa relation en 1330, et les jésuites des XVIIe et XVIIIe siècles, par les voyageurs plus modernes, missionnaires et autres, et par les monuments littéraires chinois, que nous ont révélés les anciens jésuites et les sinologues plus récents. Il y a plaisir à lire les extraits de sources si diverses en regard du texte de Marco Polo, dans l'édition qu'en a donnée Guillaume Pauthier en 1865, et à admirer de la sorte, assez en connaissance de cause, l'exactitude du grand voyageur vénitien (1). La véracité de Marco Polo est encore mieux

(1) LE LIVRE DE MARCO POLO, *citoyen de Venise, conseiller privé et commissaire impérial de Khoubilaï-Khaân*, rédigé en français sous sa dictée en 1298, par Rusticien de Pise. Publié pour la première fois d'après trois manuscrits inédits de la Bibliothèque impériale de Paris, présentant la rédaction primitive du Livre, revue par Marc Pol lui-même et donnée par lui, en 1307, à Thiébault de Cépoy, accompagnée des *Variantes*, de l'*Explication des mots hors d'usage*, et de *Commentaires géographiques et historiques*, tirés des écrivains orientaux, principalement chinois, avec une Carte générale de l'Asie. Par M.G. Pauthier. Grand in-8°; deux fascicules, CLVI-832 pages. Paris, Didot, 1865.

Le texte de Marco Polo court par 764 pages, dont 739 en grand caractère. Les pages 740-764 reproduisent en moindre caractère des chapitres qui ne figurent pas dans la rédaction de 1307, et qui forment la fin de l'ouvrage dans

établie aujourd'hui, après les nombreuses explorations de l'Asie centrale postérieures au travail de Pauthier.

Tant de parties du livre se trouvent corroborées par ces témoignages, qu'on a toute confiance même en celles qui reposent encore sur la seule autorité de l'auteur. Or ceci en est la partie la plus précieuse pour nous, puisque rien jusqu'à présent ne le remplace. D'ailleurs, quels que soient les résultats des futures études, l'ouvrage conservera sa valeur pour le tableau de l'Asie et du monde tartare, ou mongol, vers la fin du XIIIe siècle. Nul, on le verra, n'a été à même de le tracer avec autant de compétence et d'une manière aussi vivante que Marco Polo.

Son livre présente aussi un intérêt spécial par les circonstances où il fut dicté, et par la langue dans laquelle il a été rédigé.

Une année, plus ou moins, s'était écoulée depuis le retour des Poli à Venise en 1295, lorsqu'une guerre mit aux prises les Vénitiens et les Gênois par toute la Méditerranée. Marco y fut avec une galère armée à ses frais, et tomba aux mains des Gênois, en 1296, dans les eaux du golfe de Cilicie, où les Vénitiens essuyèrent une défaite complète. Il resta dans les prisons de Gênes au moins jusqu'en 1298, année où, comme il le dit expressément, il dicta, là même, sa relation à Rusticien de Pise, son compagnon de captivité. Celui-ci la rédigea en français.

Le fait de cette rédaction française originale est attesté par Jean d'Ypres, moine bénédictin et abbé de Saint-Bertin à Saint-Omer (1). Comme Jean d'Ypres mourut en

la rédaction de 1298. Pauthier les donne d'après l'édition de cette première rédaction, qu'a publiée la Société Géographique de Paris en 1824. Les 764 pages de texte se réduisent à la moitié de ce chiffre, peut-être à moins, si on considère que trois étages de notes (variantes, glossaire, et très longs commentaires), ne supportent souvent que deux ou trois lignes de Marco Polo.

(1) Dans le *Chronicon Sancti Bertini*, ch. 51, 2e partie, au tome III du THESAURUS NOVUS ANECDOTORUM des bénédictins Martène et Durand. Le témoignage de Jean d'Ypres a été signalé par d'Avezac, dans le BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ GÉOGRAPHIQUE DE PARIS, août 1841. Voir Pauthier, *Introduction*, p. LXXXIII.

1383, et à un âge assez avancé puisqu'il date quatre de ses ouvrages des années 1350 et 1351, il a été presque contemporain de Marco Polo, mort en 1323. Ces ouvrages sont des traductions françaises de livres ou documents latins relatifs à l'Orient. Il y en a un intitulé : *Lettres* (au Pape) *de l'empereur souverain des Tartres* (Tartares). On cite de Jean d'Ypres un cinquième ouvrage : *De l'estat du gouvernement du grand Caan* (1), dont Marco Polo doit avoir fourni le fond principal.

L'objet de ces livres de Jean d'Ypres, le temps où il écrit, et la solidité d'érudition dont il fait preuve dans sa *Chronique de Saint-Bertin*, donnent grand poids à son affirmation touchant le caractère original du texte français de Marco Polo. Du reste, avant qu'on eût produit son témoignage, le fait avait été démontré par un savant italien, le comte Baldelli Boni. Celui-ci avait relevé dans le texte italien, qui passait pour l'original, une foule de tours incorrects et de méprises qui trahissaient la version assez gauche d'un thème français (2). Après lui, Pauthier a encore signalé beaucoup d'indices du même genre en faveur de la priorité de la relation française.

Que la relation de Marco Polo ait été rédigée en français, il n'y a rien d'étonnant en cela ; car nombre d'Italiens de l'époque ont écrit dans cette langue comme étant la plus répandue, et, à leur avis, la plus agréable à lire et à entendre. Il y avait alors en Italie un vrai engouement pour la langue d'oïl (3). Cette langue était parlée en Belgique, même à la cour des comtes de Flandre ;

(1) Tous ces ouvrages (Pauthier, *Introduction*, p. LXXXIII), sont réunis à la suite de la relation de Marco Polo dans un magnifique manuscrit gothique de la Bibliothèque Nationale de Paris, donné jadis par Jean duc de Bourgogne à Jean duc de Berry, mort en 1416. Plusieurs ont été imprimés en 1529, à Paris, dans l'*Histoire merveilleuse, plaisante, récréative du grand empereur de Tartarie, seigneur des Tartres* (Tartares), *nommé le grand Can* Impression en caractère gothique.

(2) Voir Pauthier, *Introduction*, pp. LXXXII-LXXXVI.

(3) Voir Tiraboschi, *Storia della letteratura italiana*, t. IV, pp. 546-548 Florence, 1806. Cf. Pauthier, *Introduction*, pp. LXXXVI-LXXXVII.

elle l'était en Angleterre par les rois, l'aristocratie, et une foule de familles amenées par la conquête normande. D'autre part, le livre s'adressait formellement, dans le préambule du texte primitif, aux souverains et à la noblesse d'Europe. Nul idiome ne servait pareil dessein aussi bien que le français. Si cet appel disparut du livre lors d'un remaniement dont nous allons parler, l'intention de l'auteur ne changea point.

Au jugement de Paulin Paris (1), qui a si bien connu le français du moyen âge, le style de Rusticien de Pise est obscur et très incorrect. « Nous exprimerons donc un regret, ajoute Paulin Paris ; c'est que les savants et estimables membres de la Société de Géographie, éditeurs de la relation française de Marco Polo, préoccupés du désir de publier le texte le plus ancien, aient préféré ce travail de Rusticien de Pise à une seconde rédaction, moins ancienne de sept ou huit années, mais non moins authentique, non moins autorisée par le grand voyageur ; d'ailleurs offrant le mérite d'une forme élégante, dégagée de toutes les obscurités qui défigurent le premier travail (2). »

Une retouche si heureuse du travail de Rusticien de Pise fait sentir une main française. L'hypothèse est également suggérée par le document sur lequel s'appuie Paulin Paris pour affirmer que la seconde rédaction, celle que devait publier Pauthier, a été autorisée par Marco Polo. En effet, ce document, qui est une espèce d'avis au lecteur placé en tête d'un des manuscrits de la seconde rédaction, nous apprend que la copie à laquelle il est attaché, pro-

(1) Cité par Pauthier, *Introduction*, pp. LXXXVIII-XC.

(2) A notre modeste avis, Jean d'Ypres, de son vrai nom Jean De Langhe, mérite aussi des éloges comme écrivain français. Sa version de la relation du bienheureux Orderic, dont Pauthier cite d'assez longs extraits dans ses notes (pp. 506-508, 573-575, 578-581, 658) est d'un style limpide et très agréable. Il a certainement tiré profit du séjour qu'il fit à Paris dans sa jeunesse. Voir au tome V de la BIOGRAPHIE NATIONALE, l'article *De Langhe (Jean)*, par Aug. Vander Meersch.

vient d'un exemplaire donné en 1307 par Marco Polo à un seigneur français, Thiébault de Cépoy, en considération du comte Charles de Valois, frère de Philippe le Bel. L'exemplaire remis au seigneur de Cépoy, était, dit encore le même avis, la première copie de l'ouvrage, c'est-à-dire, de l'ouvrage remanié.

D'où vient tant d'empressement à fournir le livre au comte de Valois ? C'est que la pensée de ce prince était tournée vers l'Orient, à cause de sa femme, Catherine de Courtenay, impératrice titulaire de Constantinople. C'est même l'intérêt de Charles de Valois qui avait amené le sire de Cépoy à Venise ; car, toujours d'après la même pièce, il se trouvait à Venise en 1307, comme « vicaire général pour eux deux (le comte et sa femme) en toutes les parties de l'empire de Constantinople ». Il était là, recueillant les nouvelles d'Orient, depuis au moins 1305, d'après des chartes vues par Paulin Paris. Tout s'explique donc aisément. Le seigneur de Cépoy aura pris connaissance de l'essai de Rusticien de Pise, l'aura trouvé peu présentable, et aura conseillé à Marco Polo de le remanier, soit avec son secours, soit avec le secours de quelque autre Français présent à Venise. La correction du texte s'imposait d'autant plus que le livre n'était pas fait pour des savants capables de s'imposer un exercice pénible. Malgré le sérieux du fond, il était écrit pour l'amusement de personnages qui ne lisaient guère, mais avaient des lecteurs à leur service. A preuve les premières lignes de l'ouvrage : « Pour savoir la pure vérité des diverses régions du monde, prenez ce livre et faites-le lire. Vous y trouverez les grandissimes merveilles qui y sont écrites de la Grande Arménie, et de Perse et des Tartares et d'Inde, et de maintes autres provinces, comme notre livre vous contera tout par ordre, apertement. »

Voilà, pensons-nous, comment le brouillon de Rusticien de Pise est devenu un monument remarquable de la langue d'oïl.

Ainsi apprêtée, la relation de Marco Polo est assez claire, moyennant du latin, quelques notions de grammaire historique, et tant soit peu de pratique des vieux textes français. Pour nous, elle a une saveur spéciale, à cause de notre connaissance parfaite de certain dialecte réputé grossier, dans lequel néanmoins vivent encore maints vocables, formes de mots et tours de phrase dédaignés par le français d'aujourd'hui, mais en usage à la cour de Philippe le Bel. Nous avouons cependant que la même saveur est plus accentuée dans le langage de Rusticien de Pise, ce qui vient apparemment de ce que celui-ci a vécu quelque temps en Angleterre, et s'est habitué là à un français teinté de normand et de picard, dialectes avec lesquels le nôtre a des analogies particulières.

Nous citerons le texte de Rusticien de Pise pour les vingt-sept derniers chapitres de la relation, omis par le reviseur de 1307. Pour le reste, c'est-à-dire pour les neuf dixièmes du livre, nos extraits reproduiront la seconde rédaction, que nous n'aurons pas à rajeunir autant que la première, parce qu'elle diffère beaucoup moins de la langue actuelle.

II

IDÉE GÉNÉRALE DES VOYAGES DES TROIS POLI. — DANS QUELLES CONDITIONS ILS LES ACCOMPLIRENT. — IMPORTANCE DES RÉVÉLATIONS DE MARCO POLO.

Les Poli firent fortune chez « les Tartares ». Marco Polo désigne ainsi un vaste ensemble de tribus nomades répandues dans toute la Sibérie méridionale, dans la Chine nord-orientale, dans le Turkestan où elles se mêlent aux Turcs, dans la Russie méridionale jusqu'au Dniéper, dans la Perse et les campagnes arméniennes, d'où elles dominent sur les Turcs d'Asie Mineure et les chrétiens de Géorgie.

Les tribus tartares n'étaient pas absolument homogènes. Celles de Perse et de Russie méridionale présentaient un élément turc si considérable, qu'Ibn Batoutah, voyageur arabe-marocain qui les visita entre 1330 et 1340, en fait simplement des Turcs (1). Cependant l'élément dirigeant était tartare, comme on le sait d'ailleurs, et comme Ibn Batoutah le dit expressément pour la Russie méridionale. Les Tartares sont plus communément appelés Mongols par nos écrivains modernes. Ce nom leur était déjà donné du temps de Marco Polo. Quant à lui, bien qu'il le connaisse, il ne l'emploie jamais. Il dit que dans le principe, le nom de mongol s'appliquait seulement à une tribu du Tanduk, contrée située au nord-ouest de Pékin, et qu'il s'étendit ensuite à tous les Tartares. Un langage principal dominait les autres dialectes de ces tribus. En effet, les deux frères Poli, admis en présence du grand Kaan des Tartares, à leur arrivée en Chine, répondent aisément à ses questions, grâce à leur connaissance du tartare. Or, la langue ainsi désignée par Marco, qui rapporte le fait, les frères Poli en avaient acquis l'usage durant leur séjour au Kiptchak, ou Russie méridionale, et en Boukharie.

Les rois tartares portaient le titre de khân ; le grand khân était le monarque suprême des Tartares. Au lieu de *khân*, le livre de Marco, dans la seconde rédaction, celle que nous citerons d'ordinaire, écrit *kaan ;* et pour éviter des disparates trop fréquentes entre notre texte à nous et nos citations de Marco Polo, nous disons aussi *kaan* dans le présent article.

Les grands kaans résidèrent d'abord à Caracoroum, dans la Sibérie méridionale. Cublay-kaan (1259-1294), le cinquième successeur de Genghis-kaan, transporta le

(1) La relation d'Ibn Batoutah, a été publiée, texte arabe et traduction française, en quatre volumes, plus un index alphabétique, par C. Defrémery et B. R. Sanguinetti, à Paris, sous le titre *Voyages d'Ibn Batoutah*. Le deuxième tirage, celui qui est sous nos yeux, date des années 1874, 1877, 1879.

siège de l'empire tartare à Cambaluc ou Pékin. Après avoir achevé la conquête de la Chine, Cublay (1) se vit maître du plus vaste empire qui eût encore existé. Dans un certain sens, sa domination s'étendait sur toute l'Asie, moins le massif central formé par les hautes montagnes de l'Hindou-Kouch, moins l'Indostan, l'Arabie presque entière, la Syrie, et quelques parcelles de l'Anatolie; elle débordait sur l'Europe par le Kiptchak. Son empire allait de l'océan Glacial jusqu'à la mer des Indes, et du voisinage de la Baltique jusqu'au Pacifique. La Corée et les principautés de l'Indo-Chine lui payaient tribut; les princes de sa famille qui régnaient dans le Turkestan, la Sibérie occidentale, la Perse et le Kiptchak, reconnaissaient sa suzeraineté. Pour le reste, l'immense région définie était directement soumise à son sceptre.

Ce fut Cublay-kaan qui accueillit les Poli et les prit à son service, en leur donnant rang parmi la première noblesse tartare.

Nicolo et Maffeo Polo allèrent en Orient, comme une foule d'autres, Vénitiens, Gênois, Pisans, avant et après eux, dans un but de trafic. Ils partirent de Venise « avec leur marchandise », pour Constantinople où leur frère aîné, Marco l'ancien, avait une maison de commerce. De Constantinople, ils rejoignirent un quatrième frère, Andréa, établi pour le négoce à Soldaie, autrement dit Soudak, port des Vénitiens et plus tard des Gênois, en Crimée. De Soldaie, ils se rendirent dans la vallée du Volga, à Saraï et à Bolgara, résidences d'hiver et d'été du kaan des Tartares du Kiptchak, ou Russie méridionale.

(1) Nos savants transcrivent, sur le mongol, KHOUBILAÏ; sur le chinois, comme les anciens missionnaires, *Hou-pi-lié*. Il y avait probablement une différence pour ce nom entre la prononciation chinoise et la mongole. — Nous donnons d'ordinaire les noms chinois, mongols, etc., tels que nous les trouvons écrits dans le texte définitif du livre de Marco Polo.

Quoique musulman, le kaan régnant, qui se nommait Barca, les reçut favorablement. Il leur paya au double de la valeur la charge de bijoux qu'ils lui offrirent. L'accueil de Barca-kaan s'explique par le caractère ouvert des Tartares, et aussi par les circonstances. Amis du luxe et de la magnificence, n'ayant eux-mêmes qu'une industrie peu avancée, les Tartares du Kiptchak ne repoussaient pas les étrangers. Ceux-ci leur apportaient des objets précieux dont ils étaient avides, surtout les femmes, traitées chez eux avec trop d'honneur au sentiment d'Ibn Batoutah. D'un autre côté, les Tartares du Kiptchak avaient des produits à écouler au dehors, en particulier d'innombrables chevaux et quantité de cuir ; on disait alors cuir de Bolgara comme aujourd'hui cuir de Russie. Or, dépourvus de marine, ils avaient besoin, pour leurs exportations, du concours des Vénitiens et des Gênois, dont les vaisseaux sillonnaient la mer Noire et la Méditerranée. Peut-être même les Gênois couraient-ils dès lors la mer Caspienne. Il est du moins certain, d'après Marco Polo, qu'au temps où il dictait sa relation, les Gênois faisaient le commerce de la mer Caspienne, « sur des nefs qu'ils y avaient portées et mises dedans ».

On peut se représenter les Gênois transportant par la mer Caspienne, un article qui ne nous est devenu familier que depuis quarante ans, « une huile, dit Marco Polo, qui sourd d'une fontaine en très grande quantité, si bien que cent nefs pourraient s'en charger en une fois », une huile « qui n'est pas bonne à manger, mais à brûler, et pour oindre les chameaux contre la rogne », et qui sert seule pour l'éclairage dans toute la contrée. La marine gênoise de la mer Caspienne offrait aussi un moyen commode pour faire passer aux maquignons persans une partie des chevaux qu'au rapport d'Ibn Batoutah, le Kiptchak fournissait à l'Inde. Ce commerce ne paraîtra pas invraisemblable, si l'on considère que Marco Polo, comme Ibn Batoutah, signale les navires qui partent char-

gés de chevaux pour l'Inde, d'Aden, des autres ports de l'Arabie méridionale, et du port d'Hormouz à l'entrée et au rivage oriental du golfe Persique. Au rapport des deux voyageurs, l'Inde peu ou point productive en chevaux, en demandait d'autant plus à l'étranger qu'elle ignorait l'art d'entretenir en bon état ceux qu'elle en recevait.

Ainsi les Vénitiens et les Génois rendaient bon service au Kiptchak, et il semble fort naturel qu'ils y fussent bienvenus. Les deux Poli restèrent une année chez Barca-kaan, méditant apparemment de futures entreprises commerciales. Ils allaient reprendre le chemin de Soldaie, quand une guerre violente éclata entre les Tartares du Kiptchak et les Tartares de Perse. La victoire des seconds rendit le retour à Soldaie trop périlleux, et mit les Poli dans l'alternative de rester chez Barca, dont ils paraissent avoir été les hôtes, ou d'aller plus loin. Ils se décidèrent à pousser vers Boukhara, à l'est de la mer Caspienne. Ils y arrivèrent contournant la Caspienne au nord, cheminant, les dix-sept dernières journées, par un désert où ils ne virent ni villes, ni autres localités, mais seulement « Tartares en leurs tentes, qui venaient de leurs bêtes qui paissaient aux champs ».

A Boukhara, nouveaux obstacles, sur la nature desquels la relation de Marco ne s'explique pas ; les Poli demeurèrent là trois ans, sans pouvoir aller plus avant ni retourner en arrière. Ce fut un grand bonheur pour eux. En effet, « pendant qu'ils séjournaient en cette cité, dit Marco, il vint des messagers d'Alau (1), le seigneur du Levant », c'est-à-dire le seigneur des Tartares de Perse, « lesquels allaient au grand Kaan, le seigneur de tous les Tartares du monde », et pour lors déjà maître d'une grande partie de la Chine. « Et quand ces messagers virent ces deux frères, ils en eurent merveille, parce qu'ils n'avaient jamais vu nul Latin en ce pays. Ils dirent

(1) Dans les auteurs plus récents, ce nom est transcrit : *Houlagou*.

aux deux frères : Seigneurs, si vous voulez nous croire, vous en aurez grand profit et grand honneur. — Ceux-là répondirent qu'ils entendraient volontiers de quoi. — Le grand Kaan, ainsi dirent les messagers, ne vit jamais nul Latin, et a grande envie d'en voir aucun. A cause de cela, si vous voulez venir avec nous jusqu'à lui, sachez, sans faute, qu'il vous verra volontiers, et vous fera grand honneur et grand bien. Vous pourrez venir avec nous sûrement, et sans nul empêchement d'aucunes gens. »

Persuadés par ces promesses, les deux frères se mettent en route avec les messagers, et chevauchent une année entière avant d'arriver chez Cublay, le grand Kaan, à Cambaluc (Pékin), ou a Ciandu dans la Mongolie orientale.

On ne les avait pas trompés. Cublay « les reçut avec grand honneur, leur fit très grande fête, et eut très grande allégresse de leur venue ». Il les interrogea longuement sur les empereurs ; il leur demanda comment ils gouvernaient leur peuple, comment ils administraient la justice, comment ils se comportaient à la guerre. Il posa des questions du même genre sur les rois, les princes et les « autres barons ». Il se fit aussi renseigner sur le Pape et l'Église, sur « tout le fait de Rome et des coutumes des Latins ». Au rapport de Marco, ils lui donnèrent beaucoup de satisfaction par leurs réponses, parce qu'ils étaient « hommes sages » et bien au courant de la langue tartare. Cependant, sur le chapitre de la doctrine chrétienne, qui l'intéressait au premier chef, Cublay ne tirait pas des Poli toutes les lumières qu'il désirait, et ceux-ci lui dirent sans doute que Rome avait de plus grands docteurs que les marchands vénitiens. Cela peut lui avoir inspiré l'idée qu'il eut de « soi-même », et qu'il exécuta, d'envoyer une ambassade au Pape à l'effet d'obtenir cent théologiens capables de démontrer aux idolâtres et aux gens de toute secte, la vérité du christianisme et la fausseté des autres religions. Cette condition remplie, Cublay embrasserait le christianisme et deviendrait homme

de l'Église avec tout son peuple. Il chargeait en même temps ses ambassadeurs de lui « apporter de l'huile de la lampe qui brûle sur le sépulcre de Notre-Seigneur à Jérusalem ». Il leur confiait aussi des présents, entre autres, « une touaille (foulard) de salamandre (1), » ou asbeste, que le grand Kaan envoya, « comme très beau présent, pour mettre le saint suaire de Jésus-Christ dedans ».

Cette résolution spontanée de Cublay n'aura pas trop étonné les Poli, s'ils savaient que déjà précédemment des rois tartares de Perse avaient tenté de nouer des relations avec les Papes (2). On peut supposer chez Cublay des velléités de conversion au catholicisme. Comme la plupart des autres princes tartares ses parents, Cublay s'était dégoûté de la religion par trop grossière de ses ancêtres. Après quelque temps d'hésitation, il se décida pour le bouddhisme, tel qu'il se pratiquait au Thibet. Les kaans de Perse allaient embrasser l'islamisme, comme l'avaient déjà fait les kaans du Kiptchak ; cinq princes au moins de la race de Genghis-kaan furent chrétiens de secte nestorienne. Quoique bouddhistes, les successeurs de Cublay restèrent comme lui favorables aux chrétiens. Cela résulte du témoignage du bienheureux Orderic, et d'une lettre du grand Kaan Si à Benoît XII, en 1336, dans laquelle il lui recommande les catholiques de son empire.

Les ambassadeurs de Cublay au Pape furent les deux Poli. Il leur adjoignit « un de ses barons », probable-

(1) Étoffe ainsi nommée parce que la salamandre passait pour en fournir le fil. Marco Polo réfute l'erreur et apprend à ses contemporains que la matière de l'étoffe en question est de nature minérale, et qu'il a constaté l'existence d'une mine de la prétendue salamandre, dans une montagne à l'ouest du grand désert de Lop (désert de Gobi). Il décrit, très exactement au jugement de Pauthier (p. 161), l'extraction et la préparation de ce minéral, d'après des renseignements à lui fournis par un de ses amis, le turc Surficar, ancien directeur des mines au service du grand Kaan dans cette contrée.

(2) Voir Abel-Rémusat, *Mémoires sur les relations politiques des princes chrétiens et particulièrement des rois de France avec les empereurs mongols*, dans les MÉMOIRES DE L'INSTITUT ROYAL DE FRANCE. *Académie des Inscriptions*, t. VI, 1822, et t. VII, 1824.

ment dans le but de leur faciliter la marche à travers ses États et ceux de son vassal le Kaan de Perse, dont la suzeraineté s'étendait jusqu'au port de Layas, dans le golfe de Cilicie, autrement dit golfe d'Alexandrette. C'était aussi plus honorable pour le Pape. Peut-être même voulait-il, autant que possible, contrôler par un de ses sujets les renseignements déjà reçus et ceux qu'il attendait encore des Poli.

Les deux frères Poli et leur collègue tartare, partirent donc pour Rome, avec le diplôme de leur mission. Ils avaient reçu de plus, suivant l'usage, une tablette d'or délivrée au nom du grand Kaan, et portant qu'on eût à leur donner, dans toute l'étendue de sa domination, chevaux, escortes de sûreté, et toutes choses dont besoin serait.

« Quand ils eurent chevauché je ne sais combien de journées, dit Marco, le baron tartare tomba malade, de telle sorte qu'il ne put chevaucher. Il demeura en une cité, et fut si accablé de maladie, qu'il ne put plus avancer. Ainsi, il sembla bon aux deux frères de le laisser, et de fournir leur message. Cela lui plut beaucoup, et ils se mirent à la voie. Et je vous dis bien que partout où ils allaient, ils étaient servis et honorés de tout ce dont besoin leur était, et qu'ils surent commander. Ils obtenaient cela par la *table des commandements du Seigneur*, qu'ils avaient. Ainsi ils chevauchèrent tant par leurs journées qu'ils arrivèrent à Layas en Arménie. Et je vous dis qu'ils demeurèrent à cheminer jusqu'à Layas trois ans. Et cela advint parce qu'ils ne purent pas toujours chevaucher, pour le mauvais temps de neige, et pour les pluies qui furent quelquefois très grandes, et pour les débordements qu'ils trouvaient, lesquels ils ne pouvaient passer. »

De Layas, probablement à défaut d'un transport plus direct, les Poli gagnèrent Venise par Saint-Jean d'Acre et Nègrepont. A Saint-Jean d'Acre, place qui restait encore aux croisés en Palestine, ils avaient appris, de la

bouche du légat apostolique, Theobaldo de Plaisance, la mort du Pape Clément IV, et la nécessité pour eux d'attendre l'élection de son successeur pour accomplir leur mission. De retour à Venise, ils auront, nous n'en doutons pas, profité du délai pour se remettre au courant des affaires européennes, et se pourvoir de tous les renseignements possibles, dans l'intérêt de Cublay, qui était aussi le leur. Mais enfin, au bout de deux ans, les cardinaux n'ayant pas encore réussi à faire un nouveau Pape, les Poli perdirent patience et reprirent le chemin de la Chine. Ils débarquèrent de nouveau à Saint-Jean d'Acre, allèrent à Jérusalem prendre de l'huile de la lampe du saint Sépulcre pour le grand Kaan, et revinrent ensuite au même port. Le légat leur donna une lettre pour Cublay; elle l'assurait que les Poli étaient venus en Italie, mais n'avaient pu exécuter ses ordres, à cause de la vacance prolongée du Saint-Siège.

Après tant de déboires, les Poli eurent une « très grande joie ». A peine débarqués à Layas, pour commencer une nouvelle chevauchée à travers toute l'Asie, ils apprirent que Theobaldo de Plaisance venait d'être créé Pape, et virent arriver presque aussitôt un courrier chargé de les rappeler à Saint-Jean d'Acre auprès du nouvel élu, qui avait pris le nom de Grégoire X. Ils s'y rendirent sur une galère mise à leur disposition par Léon Ier, roi de la Petite Arménie, chrétien orthodoxe et vassal des Tartares. Laissons la parole à Marco :

« Quand ils furent venus à Acre, très honorablement, ils allèrent devant le Pape, et se prosternèrent fort en sa présence. Le Pape les reçut à très grand honneur, et leur fit très grande joie et grande fête ; et leur donna sa bénédiction. Après, il leur donna deux frères prêcheurs (dominicains) pour aller au grand Sire, pour fournir la besogne. Et, sans doute, ils étaient les plus sages clercs qui fussent en ce temps. L'un avait nom frère Nicole des Vicence, et l'autre, frère Guillaume de Tripoli. Et il leur donna ses

privilèges et ses chartes du message qu'il envoyait en réponse au grand Seigneur. Et quand ils eurent reçu ce qu'ils devaient, ils prirent congé du Pape, et sa bénédiction, et partirent tous quatre ensemble d'Acre, et avec eux Marc le fils à Messire Nicolas, et s'en allèrent à Layas. »

Ici nouveau contretemps. La Petite Arménie, c'est-à-dire, le royaume qui entourait le golfe d'Alexandrette et se prolongeait au nord-est vers l'Arménie proprement dite, fut tout à coup envahie et horriblement saccagée par Bibars, sultan d'Égypte et de Syrie, l'ennemi acharné des Tartares de Perse et des princes liés à leur fortune. Nos voyageurs se virent en grand danger de mort ou de captivité. Les deux théologiens eurent peur et lâchèrent pied. Ils remirent leurs chartes aux Poli, et s'en revinrent à leur couvent de Saint-Jean d'Acre, en compagnie du Maître du Temple, ou Maître des templiers, qui d'aventure se trouvait dans ces parages.

La faiblesse à laquelle succombèrent ces deux moines contraste avec le courage d'autres religieux, franciscains, de nationalité portugaise, française, flamande, polonaise et surtout italienne, qu'on voit, depuis 1245 jusque vers le milieu du XIVe siècle, pénétrer au Kiptchak, au Thibet, en Tartarie, et jusqu'aux extrémités de la Chine dans le désir d'y faire quelques conversions. Les Poli ont été précédés par Jean du Plan-Carpin (Piano Carpino) et Guillaume Rubruquis (van Ruysbroeck) ; ils furent suivis par d'autres frères mineurs, qui fondèrent un couvent à Pékin et deux à Çaiton au commencement du XIVe siècle. Parmi eux se distinguèrent Jean de Montecorvino, qui fut archevêque de Pékin, et le bienheureux Oderic de Pordenone, intrépide voyageur, qui traversa l'Asie occidentale de Trébizonde à Erzeroum, à Tauriz en Perse, et au golfe Persique, visita une grande partie de l'Indostan, parcourut toute la Chine orientale en se rendant à Cambaluc (Pékin), et de là enfin gagna le Thibet, en traver-

sant toute la Chine. Nous aimerions à citer les noms de tant de héros qui bravaient les plus grands périls sans autre secours que la croix, de « ces héros d'un nouveau genre, comme dit César Cantu (1), que l'histoire néglige, parce qu'ils n'ont ni massacré ni dévasté ». Si les relations qu'ont écrites plusieurs d'entre eux, n'ont pas le mérite incomparable de celle de Marco Polo, on reconnaît cependant que le bienheureux Orderic a laissé des pages instructives, et que la relation de Rubruquis n'a pas cessé d'avoir beaucoup de valeur.

Sans être animés du zèle apostolique de ceux dont nous venons de parler, les Poli, même abstraction faite de leur désir de plaire au grand Kaan, durent regretter la désertion des deux missionnaires ; car les Poli étaient attachés à leur religion. Pour Nicolo et Maffeo, j'en juge par l'idée favorable qu'ils donnèrent de l'Église au chef des Tartares. Pour Marco, je le conclus de plusieurs passages de son livre qui reflètent des sentiments chrétiens ; je le conclus aussi de son testament (2), dont je considère moins la formule générale, très pieuse mais sans doute conforme à un type reçu, que les nombreuses clauses inspirées par la foi et la charité chrétienne. J'y remarque en particulier celle-ci : « J'absous de tout lien de servitude, Pierre, mon serviteur, tartare de naissance, afin que Dieu absolve mon âme de toute faute et péché. » Il laisse à Pierre son pécule et une gratification.

Nullement découragés par les périls du début, les Poli continuèrent leur route, chevauchant hiver et été, souvent retardés par des pluies diluviennes et des froids excessifs, faisant miroiter leur tablette d'or, qui leur valait ce que nous savons déjà. Ils parvinrent ainsi chez le grand Kaan à Clemeinfu, proche de Ciandu, soixante-dix lieues au nord de Pékin, trois années et demie après leur départ

(1) *Histoire des Italiens*, traduction française, t. V, p. 246.
(2) Reproduit par Pauthier.

de Layas. Ils avaient fait les quarante dernières étapes en compagnie de messagers envoyés au devant d'eux par Cublay, que la poste chinoise avait probablement informé de leur retour ; car la Chine possédait dès lors un service de postes accéléré, dont Marco a laissé une curieuse description, citée plus bas.

L'accueil du grand Kaan répondit à une si aimable attention. Les Poli le trouvèrent entouré « d'une grande compagnie de barons ». Suivant l'étiquette, « ils s'agenouillèrent devant lui, et se prosternèrent (1) autant qu'ils purent ». Cublay leur ordonna de se relever, et puis leur demanda des nouvelles de leur santé et de tout ce qui les concernait. Ils lui répondirent que puisqu'ils le trouvaient sain et dispos, ils étaient au comble de leurs vœux. Là-dessus, ils présentèrent les diplômes pontificaux et l'huile du saint Sépulcre, à la grande joie du souverain tartare. « Quand il vit Marc, qui était jeune bachelier, il demanda qui il était. — Sire, dit son père Messire Nicolas, il est mon fils et votre homme. — Bien soit-il venu, dit le Seigneur. — Et pourquoi, reprend Marco, vous en ferai-je long conte ? Sachez qu'il y eut à la cour du seigneur très grande fête de leur venue. Ils étaient servis et honorés de tous. Ils demeurèrent à la cour avec les autres barons. »

Déjà instruit par l'expérience de ses deux mentors, Marco Polo, pour lors âgé de vingt ou vingt et un ans, comprit aisément que pour se soutenir en ce rang et faire fortune, il devait s'identifier avec son milieu, et se mettre à même de rendre des services signalés au grand Kaan. Il se plia vite aux mœurs et coutumes des Tartares ; il sut bientôt manier à leur façon l'arc, leur grande arme de guerre, et s'appliqua avec un succès étonnant, comme il le dit naïvement, à l'étude des principales langues et écritures en usage dans leur empire. Il était d'ailleurs prudent et avisé en toutes choses, si bien que Cublay,

(1) La relation dit : *s'humilièrent*, dans le sens étymologique du mot.

charmé de tant de bonnes qualités en une si grande jeunesse, le chargea d'une mission pour un pays situé à six mois de Cambaluc (Pékin).

Outre l'exécution de leur mandat essentiel, Cublay demandait à ses agents le rapport des choses instructives et curieuses qu'ils pouvaient observer dans les provinces de son empire, qui était comme un vaste monde, et dans les autres pays visités. Or ceux de ses sujets qu'il désignait à ce double effet lui rendaient bien compte du premier objet, mais faisaient souvent preuve d'une incapacité totale pour le reste. Voyant que Cublay en avait du dépit, qu'il affectait même de leur pardonner plutôt d'avoir manqué l'objet spécial de leur mission, que de n'avoir pas noté les curiosités des régions parcourues, le jeune Vénitien s'attacha dès le principe à le servir en perfection, et comme agent officiel et comme explorateur. Il y réussit du premier coup. Il dit à ce sujet, avec beaucoup de simplicité :

« Quand Marc fut retourné de son message, il s'en alla devant le Seigneur, et lui dénonça tout le fait pourquoi il était allé, et comment il avait bien achevé toute sa besogne. Puis il lui conta toutes les nouveautés et étranges choses qu'il avait vues et sues, bien et sagement, au point que le Seigneur et tous ceux qui l'ouïrent furent émerveillés et dirent : Si ce jeune homme vit, il ne peut manquer qu'il soit homme de grand sens et de grande valeur. »

Il ajoute que des missions de ce genre en diverses contrées, surtout les plus lointaines, remplirent les dix-sept années qu'il passa encore au service de Cublay ; que son application continuelle fut de bien voir, et de s'enquérir de toutes les choses auxquelles il savait que le prince s'intéresserait. Ses rapports, toujours fort soignés, avec le secours de notes, comme on le devine et comme le dit le texte italien de sa relation, lui valurent la première place dans la faveur de son maître. Cublay « le

tenait si près de soi, que plusieurs barons en avaient grande envie ». Ainsi Marco Polo a tant voyagé parce qu'il a beaucoup raconté, et, ce qui est moins extraordinaire, il a tant raconté parce qu'il a beaucoup voyagé.

Ne prenons pas cependant trop à la lettre ces dix-sept années de voyage ; car il eut pendant « trois ans accomplis », le gouvernement de la grande ville et province de Janguy, dans le Mangy, ou Chine méridionale. Cela restreignit sans doute ses mouvements, bien qu'il lui restât encore un champ assez vaste, à supposer même qu'il se contînt dans les limites de sa province. Il est vrai aussi que sa nomination à cette charge, une des douze plus hautes de l'empire, était la récompense de son mérite comme voyageur au service du grand Kaan, et le fait d'en avoir été investi confirme le témoignage qu'il se rend à lui-même de son activité en ce genre.

Marco Polo s'était sincèrement attaché au monarque chez lequel il se trouvait en si haute estime, et auquel, en dernière analyse, il dut son surnom de Millione. On s'en convainc à la lecture de son livre, et d'autant mieux que ce sentiment y perce à toute occasion, sans y être formellement exprimé nulle part. Considéré en lui-même, Cublay-kaan méritait bien les sympathies d'un homme aussi intelligent que Marco Polo. Dans une si grande puissance, Cublay, né barbare, élevé dans le carnage, s'était adouci, avait su comprendre les avantages de la civilisation, et s'appliquer à la répandre, en se servant des hommes qu'il jugeait les plus aptes, d'où qu'ils vinssent.

Nicolo et Maffeo, pour les mêmes raisons, partageaient sans doute, à l'endroit de Cublay, le sentiment de leur fils et neveu. Cependant, le désir de revoir Venise et ses lagunes, et d'y jouir au milieu de leurs concitoyens d'une fortune laborieusement acquise, finit par les dominer tous les trois.

« Quand les deux frères et Marc eurent demeuré avec

le Seigneur autant que vous avez ouï, ils pensèrent entre eux de retourner en leur contrée, car bien en était désormais temps. Ils demandèrent plusieurs fois congé au Seigneur, et le priant très doucement, mais il les aimait tant et les tenait si volontiers auprès de lui qu'il ne leur voulait donner congé pour rien au monde. »

Une circonstance fortuite fit cesser l'opposition de Cublay, d'une manière très avantageuse pour les Poli. Ce fut, on va le comprendre, la mort de la reine Bolgara, femme d'Argon, kaan de Perse.

Disons d'abord, pour prévenir une surprise trop forte, que les femmes, du moins celles qui avaient le rang d'épouses, semblent avoir joui en ce temps-là d'une haute considération chez les Tartares. Comme nous l'avons déjà rapporté, Ibn Batoutah, qui visita le Kiptchak vers 1334, en fut grandement étonné, et même un peu formalisé, par la raison que les Tartares de Russie, depuis plus de soixante ans, professaient l'islamisme, qui tient les femmes dans un rang inférieur. C'était un trait du caractère national de ces Tartares. Il est donc assez naturel de le rencontrer à la fin du XIIIe siècle chez leurs frères de Perse. Cela dit, on trouvera moins invraisemblable, le testament de la reine Bolgara, dont va nous parler Marco Polo.

Bolgara « laissa en son testament que nulle dame ne pût s'asseoir en sa chaire (trône), ni être femme d'Argon, si elle n'était de son lignage (à elle). De sorte que Argon prit trois de ses barons, et les envoya en son message au grand Kaan, avec très belle compagnie, pour qu'il eût à envoyer une femme qui fût du lignage de la reine Bolgara sa femme, qui était morte, pour se marier. »

Les trois ambassadeurs se rendirent à Cambaluc ou à Ciandu, par la voie de terre. Le grand Kaan leur présenta une femme du nom de Cogatra, qui était du lignage de la défunte reine de Perse. Comme elle était « jeune de

dix-sept ans, très belle dame et avenante », ils jugèrent qu'elle était à souhait pour leur maître, et l'acceptèrent.

« Entretemps, retourna Messire Marc d'Inde, qui y était allé comme ambassadeur du Seigneur. Et conta les diversités qn'il avait vues en son chemin, et comment il était allé par très diverses mers. Et les trois barons qui virent Messire Nicole, et Messire Maffe et Messire Marc, qui étaient latins et sages hommes à grande merveille, pensèrent entre eux de les mener avec eux. Car leur intention était de retourner en leur pays par mer, pour la dame, à cause du grand travail qui est à cheminer tant par terre. Et d'autre part ils les menaient volontiers avec eux parce qu'ils avaient vu et su et parcouru beaucoup de la mer d'Inde et de ces contrées par où ils devaient aller, et proprement Messire Marc. Ils allèrent donc au grand Kaan, et lui demandèrent en grâce qu'il envoyât avec eux les trois Latins ; car ils voulaient retourner par mer. Le Seigneur qui aimait tant ces trois Latins, comme je vous ai conté, le fit à grand peine, et donna congé aux trois Latins, pour aller avec les trois barons, et accompagner la dame aussi. »

A la lecture de ce passage, on comprend encore mieux les regrets de Cublay. Curieux par nature et par position, il trouvait dans Marco, et aussi, quoique à un moindre degré, dans les deux frères, ses plus habiles messagers, ceux qui l'instruisaient et le charmaient le plus par leurs rapports et leurs conversations. Ils avaient fait leurs preuves tous les trois, et Cublay n'espérait point trouver de successeurs à ces Vénitiens cosmopolites, façonnés au contact de toutes les races, hommes à double trempe, européenne et asiatique. Du reste, on le voit, les Poli charmaient aussi la curiosité des nobles tartares, et celle des ambassadeurs qui venaient à Cambaluc et à Ciandu. Ils étaient, dans l'ordre masculin, le principal ornement et la grande rareté de cette cour.

Les Poli savaient rendre à l'occasion d'autres services.

Ainsi, voyant les armées de Cublay se fatiguer inutilement depuis trois ans au siège de la ville de Saianfu (au nord du fleuve Bleu, dans la Chine sud-orientale), ils suggérèrent au grand Kaan de fabriquer des mangonneaux et d'autres machines encore inconnues aux Tartares et aux Chinois. Cublay ayant goûté le projet, les engins furent construits sous la direction des Poli, avec le secours de deux hommes de leur suite, un Allemand et un chrétien nestorien, qui avaient quelque idée de ces appareils. Les pierres lancées par les balistes abattirent les maisons, et tuèrent les gens, si bien que ce fut plaisir à voir pour les Tartares. De leur côté, les assiégés furent épouvantés, crurent à un enchantement, et se rendirent.

A la vérité, nous trouverions difficilement dans le livre de Marco d'autres traits de ce genre, mais on aurait tort de nous objecter son silence ; car, malgré les mille occasions qui ont dû s'offrir à lui, Marco évite généralement de mettre en scène non seulement sa personne, comme nous l'avons dit, mais aussi son père et son oncle. La dérogation à cette règle dans le cas présent s'explique naturellement. Le fait des catapultes offrait un intérêt piquant aux Européens, précisément par le rôle qu'y jouèrent les Poli. Pour nous, soit dit en passant, il démontre que si les Chinois, comme quelques-uns le prétendent, connaissaient dès lors la poudre et avaient même des canons, ils en tiraient peu de parti.

Cublay donnait donc enfin congé à ses serviteurs latins. Malgré le déplaisir qu'il éprouvait de cette séparation, il les traita magnifiquement au départ. Il les appela tous trois devant lui, et leur remit deux de ces tables d'or de commandement dont nous connaissons déjà l'usage. Il fit armer pour eux, dit Marco, et sans doute aussi pour la princesse et les ambassadeurs, douze vaisseaux à quatre mâts et à douze voiles ; il chargea la flottille de provisions pour deux ans. Six cents personnes, sans compter les mariniers, prirent place sur les navires. Dans ce nom-

bre il faut se figurer, vu l'usage de ces peuples, une grande troupe de femmes esclaves, attachée à la nouvelle reine. C'est probablement à l'humble titre de suivante, mais pour rehausser d'autant sa maîtresse, qu'une fille du roi dépossédé du Mangy (ou Chine méridionale) était transportée avec Cogatra. Si l'on tient compte du cortège de Cogatra, du personnel des trois ambassadeurs d'Argon, qui étaient venus « avec très belle compagnie », et de la suite des trois Vénitiens, qui voyageaient en grands seigneurs, ce nombre de six cents passagers ne paraît pas exagéré.

Ils mirent trois mois à parcourir la distance du port de Çaiton, en face de Formose, à Sumatra, que Marco et les écrivains arabes du moyen âge nomment *Java la Mineure*. Ils demeurèrent cinq mois dans cette île. Ils débarquèrent aussi en plusieurs endroits des Indes. Ces retards, causés apparemment par la nécessité d'attendre les courants et les vents favorables, permirent à Marco, qui nous le dit expressément, de recueillir un supplément d'informations sur ces contrées. Tout cela fit qu'ils arrivèrent en Perse vingt-six mois après leur départ de Chine.

Durant cette longue navigation, on se représente Marco Polo sur le pont de son navire, « devisant », c'est son mot, des merveilles des diverses terres et îles côtoyées, pour faire passer le temps aux trois barons tartares, qui l'avaient demandé comme compagnon de voyage en vue de ce délassement. Les ambassadeurs avaient aussi goûté la conversation des vieux Poli à Cambaluc ; et au tableau des climats brillants du Midi, ceux-ci pouvaient opposer la Grande Russie et la terre d'Obscurité, sur lesquelles ils avaient acquis des notions remarquables, durant leur séjour d'un an chez Barca-kaan dans la vallée du Volga Marco disait aussi son mot sur ce sujet ; car il était bien renseigné sur la grande plaine de Bargu, que ses indications fixent sur le cours de la Léna en Sibérie. Il connaissait également, à quarante journées plus au nord, le pays

montagneux et désert d'où le grand Kaan tirait ses faucons pèlerins pour la chasse, pays où le jour dure parfois si peu que la *tramontane* (l'étoile polaire) y est visible à midi. Même il assure que le grand Kaan recevait quantité de gerfauts des îles de l'océan Glacial sibérien ! A Sumatra, à Ceylan, si elle les arrêta, et aux plages de l'Inde, les trois Tartares eurent dans Marco le meilleur des cicerone.

Tant d'agrément toutefois fut tempéré par des ennuis de nature à faire regretter à ces derniers la voie de terre. Cela ne vint pas de la durée du trajet, car les provisions calculées pour deux ans montrent qu'elle était prévue, mais de maladies qui réduisirent à huit les six cents personnes embarquées en Chine. Marco Polo dit simplement : « Tous moururent, il n'en échappa que huit », et nous ne pensons pas qu'on doive songer à des naufrages ou à des attaques de pirates. L'expression insinue l'idée de mort naturelle, et cela parmi les passagers, sans doute peu ou point habitués à la mer et aux chaleurs tropicales ; d'un autre côté, Marco se tait sur le compte des mariniers, que les naufrages et les pirates n'auraient pas épargnés.

La relation ne dit pas si les ambassadeurs tartares furent au nombre des huit survivants. Quant aux Poli, avec le bonheur d'échapper eux-mêmes, ils eurent encore celui de déposer Cogatra saine et sauve sur le rivage persan, et de la mener à destination. Cogatra avait en effet apprécié les services de ses compagnons vénitiens ; elle versa des larmes quand ils la quittèrent, et leur fit comprendre qu'elle garderait fidèlement leur souvenir. Marco a supprimé ce détail un peu romanesque dans le texte définitif de sa relation, mais en y laissant, nous allons le voir, la mention d'une preuve plus palpable des bons sentiments de la jeune princesse.

Quand les Poli arrivèrent à la cour de Perse, Argon, pour lequel ils amenaient Cogatra, n'était plus du monde. La princesse fut donnée à son fils Casan, écarté momen-

tanément du trône par l'usurpation de son oncle Chiato, qui périt peu après. Cogatra n'en eut pas moins dès son arrivée une situation éminente ; car à leur départ, elle donna aux Poli trois tablettes d'or de commandement, l'une avec emblème de gerfaut, l'autre de lion ; la troisième, plaine. Les deux premières indiquaient, par le gerfaut et le lion, de hauts personnages et d'amples pouvoirs ; notre connaissance insuffisante des choses tartares ne nous permet pas de rendre compte de l'adjonction de la tablette simple. Dans tous les cas, les trois pièces facilitèrent singulièrement aux Poli la continuation de leur voyage. La princesse y déclarait qu'on avait à les traiter comme sa personne même, et à ne rien refuser de leurs exigences. Aussi se firent-ils donner, entre autres choses, de fortes escortes, parfois de plus de deux cents cavaliers, précaution bien nécessaire pour des hommes chargés d'or, en un pays dont les habitants, nous dit Marco, étaient trop peu contenus sous le règne de l'usurpateur, et se montraient tout disposés à leur faire le plus de mal possible. Le pouvoir dont Cogatra savait si bien user en des circonstances défavorables tenait sans doute au prestige du grand Kaan, son protecteur naturel et le garant des stipulations qui la concernaient. Et de plus, Cogatra avait un rang très proche de celui des reines ; or celles-ci jouissaient de grands privilèges chez les Tartares de Perse. Outre ce que nous en a appris le testament de Bolgara, femme d'Argon, on le voit par ce qui s'était passé à l'avènement de ce dernier. Il avait été élu, après une révolution, par les Khatounes, c'est-à-dire les reines, par les princes royaux et d'autres chefs. Rien d'étonnant par conséquent dans la protection efficace accordée par Cogatra aux Poli.

Ceux-ci gagnèrent de la manière que nous venons de dire, Trébizonde, port de la mer Noire, et de là, par mer, Constantinople, Nègrepont, Venise.

Étaient-ils au bout de leurs courses ? Pour Marco, nous

connaissons déjà l'événement qui le ramena dans les eaux de Layas, pour aller languir ensuite dans les prisons de Gênes, où il était encore en 1298.

Cependant son père et son oncle parcouraient peut-être l'Europe occidentale portant au Pape, et aux rois de la chrétienté, notamment aux rois de France, d'Espagne et d'Angleterre, les messages dont le grand Kaan les avait chargés à leur départ. Il est vrai que Cublay avait cessé de vivre en 1294, mais ils n'en avaient pas appris la nouvelle ; Marco le croit encore vivant en 1307. Du reste, Cublay avait un successeur. Il n'y a donc aucune invraisemblance à se figurer les vieux Poli décrivant les merveilles de l'Inde et de la Chine au roi d'Angleterre, à Londres, comme ils avaient raconté les choses de la chrétienté au grand Kaan dans ses palais de Cambaluc et de Ciandu. Ils ont pu intéresser de façon spéciale le roi d'Angleterre, en lui montrant à l'autre extrémité du monde un royaume de Sypangu ou Japon, dont la situation leur avait peut-être rappelé la Grande-Bretagne, et que les flots avaient naguère protégé contre toute la puissance du grand Kaan des Tartares.

Faut-il le dire ? A considérer les distances parcourues, les Poli sont des voyageurs étonnants. Cheminer depuis les bords de la mer Noire jusqu'à la vallée du Volga, remonter bien haut cette vallée, gagner ensuite Boukhara et chevaucher de là jusqu'à Pékin ; chevaucher encore de Pékin jusqu'à la Méditerranée et vice versa ; parcourir le ciel sait combien d'autres milliers de lieues, par terre et par mer, au service du grand Kaan ; naviguer de Çaiton, en face de Formose, jusqu'aux rivages persans, par l'immense circuit de l'Asie méridionale ; traverser enfin l'Asie occidentale depuis le golfe Persique jusqu'à Trébizonde sur la mer Noire : voilà, avec quelques longs trajets par la Méditerranée, une belle somme de voyages pour le temps, et c'est le fait des deux frères Poli.

Pour Marco, il n'a fait qu'une seule fois le voyage de Venise à Pékin. Il faut donc qu'il ait immensément voyagé entre l'aller et le retour ; car, malgré pareille quantité en moins, il se met bien au-dessus de son père et de son oncle, pour le total des courses fournies. « Je vous fais savoir, dit-il dans son Prologue, que depuis que notre Sire Dieu fit Adam notre premier père, il ne fut jamais homme d'aucune génération (race) qui tant sût ni cherchât (parcourût) des diverses parties du monde, et des grandes merveilles que cestui Messire Marc Pol en sut. »

Mais en parlant ainsi, Marco Polo ne veut pas dire qu'il comptera la somme de ses courses. Il donne simplement à entendre qu'il sait toujours ce qu'il dit, et que, malgré l'énorme quantité de renseignements nouveaux, sa relation, tout en mettant « les choses vues comme vues, et les entendues comme entendues », mérite confiance dans toutes ses parties. Il ne dessinera pas en entier le réseau compliqué de ses itinéraires ; il les tracera d'ordinaire autant qu'il le faudra pour relier ses chapitres et nous orienter dans les régions décrites.

L'auteur cependant marque l'itinéraire de plusieurs de ses missions lointaines, dont il recevait mandat et rendait compte à Pékin ou à Ciandu, résidences fixes du souverain, sauf durant trois mois où celui-ci chassait dans une région encore plus reculée du Nord-Est de la Chine. Il est certain, par exemple, qu'une de ces missions conduisit Marco jusqu'aux frontières de Perse et d'Arménie, sinon plus loin dans cette direction. En effet nous le voyons une fois partir de la ville de Tauris, au sud-ouest de la mer Caspienne, et parcourir toute la Perse, du nord au sud, jusqu'à Hormouz, en face de l'Arabie, sur le détroit de jonction du golfe Persique et de la mer des Indes ; revenir ensuite au nord, en obliquant à l'est, et fournir dix-neuf étapes dans le désert de l'Iran. Ce n'est pas là un parcours comme on en fait, au moyen de la carte, sans sortir de

son cabinet d'études ; car Marco Polo courut danger de la vie dans cette région. Attaqué par une nombreuse troupe de brigands, « il s'enfuit et se bouta en un château (un fort), qui était près de là, qui a nom Cono Salmy, et perdit toute sa compagnie, (au point) qu'il n'échappa avec lui que sept personnes de toute sa suite ». On ne songera pas davantage à un détour de Marco quand il se rendait avec Nicolo et Maffeo de Venise à Cambaluc. Les Poli n'avaient alors aucune mission pour Hormouz. De plus, après avoir attendu deux ans l'élection d'un Pape, ils avaient hâte d'arriver chez Cublay. Enfin parmi les obstacles qui les retardèrent alors, Marco, dans le passage cité plus haut, ne signale pas cet écart d'un si grand nombre de journées de marche, sans le temps nécessaire pour les informations recueillies et pour l'inspection des lieux, soigneusement décrits à divers points de vue. Voilà donc à l'actif de Marco Polo, deux fois la distance Cambaluc-Tauris, plus le crochet Tauris-Kerman-Hormouz et Hormouz-Kerman-désert de l'Iran. Le tout équivaut à deux fois le chemin de la Méditerranée à Cambaluc.

Une autre fois Marco part de Cambaluc, et va jusqu'au Thibet. De là, il pousse une pointe assez longue dans l'Indo-Chine, en touchant le Bengale au passage. Il chevauche ensuite trente jours vers l'est, tourne au nord et rejoint aux frontières de la Chine le chemin par lequel il s'était rendu au Thibet. La somme des distances parcourues dans le voyage, aller et retour, équivaut pour le moins au trajet de la Méditerranée à Pékin.

Un autre voyage plus considérable que les deux précédents fut celui de l'Indostan, par mer, au retour duquel, en 1291 ou 1292, il émerveilla par ses récits la cour du grand Kaan, et ces ambassadeurs de Perse qu'il allait bientôt guider par les mêmes chemins. Son livre nous promène par tous les États maritimes de la grande péninsule, depuis le royaume de Muftili, sur la côte orientale, à mille milles du Coromandel, au nord, jusqu'aux

bouches de l'Indus. Malheureusement on ne saurait dire s'il vit déjà tout cela dans le voyage dont il revint à la date indiquée. Mais même à supposer qu'il n'ait pas dépassé la côte de Malabar, il parcourut alors, en comptant le retour à Pékin, environ trois mille lieues par mer. Il faut y ajouter une bonne somme de routes par terre ; car sans cela, il n'aurait pas eu tant de choses à raconter sur l'Inde à son retour à Pékin. Ce n'était pas la première fois qu'il naviguait dans cette direction, à moins qu'il ne se fût rendu par terre à la Cochinchine, qu'il visita en 1280.

Bien que Marco Polo décrive seulement l'Inde maritime, il en sait long aussi sur l'intérieur de l'Indostan ; il n'en dit rien, assure-t-il, de peur de trop grossir son livre. On a eu tort, à notre avis, d'en conclure qu'il ne connaissait pas ces contrées par lui-même ; car pour la même raison, il aurait aussi négligé de parler de Madagascar, de Java, du Japon, de la Sibérie occidentale, de la grande Russie, et des régions glaciales de l'Europe et de l'Asie, toutes contrées sur lesquelles il a laissé des renseignements assez étendus.

Marco Polo est si familiarisé avec le Tangut et la Mongolie, c'est-à-dire les contrées qui enclavent le désert de Gobi ; il connaît si bien ce grand désert lui-même, qu'il doit avoir exploré à l'aise cette immense région. D'ailleurs il affirme expressément qu'il passa une année « en légation », avec son oncle Maffeo, à Campicion, dans le Tangut. C'est peut-être à l'occasion de cette mission qu'il visita, aux frontières actuelles de la Chine, de l'Afghanistan et de l'Asie russe, le célèbre plateau du Pamir, une des contrées les plus caractérisées de la terre, dont il a laissé une description étonnante, confirmée par plus de quinze expéditions scientifiques au cours du XIXe siècle (1). Il a poussé dans cette direction jusqu'au

(1) Voir l'article *Pamir*, dans le *Nouveau dictionnaire de géographie universelle* de Vivien de Saint-Martin.

Cachemire, et rencontré là des gens « faisant tant de grandes choses que personne ne peut les croire, s'il ne les voit ». Peu importe que ces grandes choses soient de merveilleux sortilèges, notés, avec trop de crédulité, pour l'amusement du grand Kaan, qui s'en laissait imposer par les « astronomiens » et les charlatans de toute sorte ; nous voulons seulement constater que notre voyageur en parle comme témoin oculaire.

Marco Polo s'est rendu « plusieurs fois », cela semble dire au moins trois fois, comme contrôleur extraordinaire des impôts, à Quinsay, sur l'océan oriental, vers le 30e degré de latitude. Si le point de départ et de retour de ces missions a été Cambaluc-Pékin ou Ciandu, comme il est probable, la somme des trois voyages serait représentée par une ligne d'environ mille lieues, à ajouter à tout ce qui précède. Mais il n'est pas permis de voir dans la somme des parcours que nous venons d'énumérer, le total des voyages de Marco Polo. En effet, à part l'aller et retour du voyage de Venise à Pékin, et la mission au Thibet et en Indo-Chine, nous avons déjà dit qu'il ne donne pas d'indications complètes sur ses itinéraires.

Mais le mérite des Poli, même à leur supposer une intention plus noble que celle de s'enrichir, dont nous ne voulons pas cependant leur faire un crime, n'est point proportionné à la longueur de leurs courses. Sans doute ils ont subi des ennuis et couru des dangers ; on s'en est fait l'idée en lisant les pages précédentes. Ajoutons à l'histoire de leur retour, rapportée plus haut, le désagrément essuyé à Sumatra, quand « pour le mal temps de cinq mois ils descendirent à terre des nefs, et firent châteaux de bois et forteresses, par crainte de ces hommes bestiaux qui mangent les gens ». Nous n'ignorons pas davantage les fatigues de tant de chevauchées et de navigations. Pourtant, à bien considérer les choses, il semble qu'ils aient voyagé d'ordinaire assez à l'aise.

Marco parle avec un souvenir agréable de leurs précieuses tablettes de commandement. De plus, il a trouvé la plupart des routes de la Chine à souhait pour les voyageurs, et spécialement pour les messagers impériaux.

« Le Seigneur, dit-il, a ordonné que par toutes les maîtresses voies, que vont les marchands et les messagers et toutes autres gens, soient plantés grands arbres, l'un près de l'autre, à deux ou trois pas, de sorte que ces voies sont ainsi faites de très grands arbres l'un près de l'autre, qui se voient de très loin, à ce que les cheminants ne dévient de jour ni de nuit ; car on trouve ces grands arbres par les chemins déserts, qui sont très grand confort *(sic)* aux voyageurs qui cheminent. Et cela est par toutes les voies où ils besognent. »

Des chemins ainsi faits, nous parlons toujours d'après Marco Polo, mènent de Cambaluc aux divers provinces de l'empire. A tous les vingt ou trente milles, pas davantage, on y rencontre une poste aux chevaux, avec un grand, beau et riche palais, où s'hébergent avec leur suite les messagers du souverain. Ils trouvent là des chambres somptueuses remplies de lits à draps de soie, et le reste à l'avenant, si bien qu'un roi ne demanderait pas davantage. Sur les mêmes chemins, se succèdent, de trois en trois milles, de petits châteaux avec autant de groupes d'environ quarante maisons, celles-ci habitées par les porteurs de dépêches. Ces facteurs transmettent la correspondance officielle de station en station, courant de toute la vitesse de leurs jambes. Ils sont munis d'un billet du chef de bureau de la station de départ, et portent ceinture avec « campanelles », ou clochettes, qui annoncent leur arrivée au château le plus proche, où les attend sans faute un courrier qui les relève sans perdre une minute. De la sorte, les lettres font en vingt-quatre heures le parcours de dix journées à cheval. C'est grâce à ce service, nous le supposons du moins, que des relais de chevaux sont prêts pour les messagers officiels à chaque grand château.

Toutefois quand ces officiers cheminent par des routes dépourvues d'hôtelleries et de maisons, ils y trouvent encore la poste aux chevaux, improvisée à leur intention par les soins du grand Kaan. Seulement ils ont à fournir alors des étapes de trente-cinq à quarante-cinq milles, au lieu des vingt à trente milles de la poste ordinaire. — La poste occupe plus de 300 000 chevaux.

Tels étaient les gîtes, où Marco Polo se reposa si souvent, jouissant d'un luxe royal. Il en goûta notamment les douceurs sur le chemin du Thibet et de l'Indo-Chine, qu'il parcourut, aller et retour, en plus de deux cent cinquante journées, pour la majeure partie en territoire impérial. Il lui était vraisemblablement permis de séjourner parfois dans les châteaux plus d'une nuit entre deux étapes, pour se mieux refaire et examiner à loisir la terre de Chine, alors parfaitement cultivée, très industrielle, très commerçante, et en marquer les produits variés dans les trois règnes de la nature, pour l'instruction des Européens et même du grand Kaan, qui renfermait ses mouvements dans le pays de Pékin et la Mongolie orientale, et néanmoins se renseignait, je suppose, aussi volontiers sur ses propres provinces que sur les contrées étrangères. Marco observe et note tout, avec un plaisir qui se reflète dans ses descriptions.

Naturellement les messagers du grand Kaan avaient aussi à leur disposition les grandes voies fluviales de la Chine, bien utilisées en ce temps-là. Marco traverse, en se dirigeant de Pékin vers l'ouest, le Caramoram (fleuve Jaune), à vingt journées de cette capitale. Le fleuve est « si grand qu'on ne peut le passer par pont ; car il est large et très profond, et va jusques à la grande mer océane, qui environne le monde, c'est-à-dire, la terre entière. Et sur ce fleuve il y a beaucoup de cités et de châteaux où il y a beaucoup de marchands. Et sur ce fleuve, se fait grande marchandise (commerce) pour ce que en la contrée, il y a gingembre assez, et soie en abondance. »

Mais la navigation est principalement active sur le fleuve Bleu. Marco Polo, qui le désigne sous le nom de Quiansuy (Kiang-tse des cartes actuelles), peint le mouvement qui anime ce fleuve, quand il le franchit à Sindifu, à cinq journées des frontières du Thibet. Là, c'est-à-dire, sans tenir compte des détours, à plus de quatre cents lieues de son embouchure dans la mer Orientale, « le Quiansui, dit-il, est très profond et a bien un demi-mille de largeur, et il y a sur ce fleuve, qui va jusqu'à la mer Océane, une si grande quantité de navires, qu'il n'est nul qui ne le vit, et l'entend conter, qui le puisse croire. Et est si grande la multitude de grande marchandise que les marchands portent sus et jus (en amont et en aval) par ce fleuve, qu'il n'est homme au monde qui le pût croire. » Dans une autre circonstance, il nous fait traverser le Quiansuy, à Ciguy, situé à environ cent vingt lieues de l'embouchure du fleuve. « Et sachez, dit-il, que Ciguy sied sur le plus grand fleuve qui soit au monde. Il est bien large de dix milles (dans cette région), et en aucuns lieux moins, et a plus de cent journées d'un chef à l'autre (de la source à l'embouchure). Et pour ce est cette cité très marchande ; car par ce fleuve vont et viennent les marchandises de diverses parties du monde ; de quoi elle est très riche. Et ainsi le grand Sire y a très grande rente. Et je vous dis que ce fleuve va si loin, et par tant de contrées, et par tant de terres et cités, que en vérité, il va par ce fleuve, et vient, plus de navires et plus de marchandises et de richesses, qu'il n'en va par tous les fleuves et par toute la mer des Chrétiens, et il ne semble pas fleuve, mais mer. »

Suivant ce que Marco ouït dire au préposé de la douane à Ciguy, 200 000 bateaux, chacun avec une charge de onze ou douze mille quintaux, remontaient annuellement le Quiansuy au delà de cette ville. Et combien d'autres navires et barques faut-il ajouter pour se faire une idée de l'activité qui régnait sur ce fleuve, et sur ses grands

affluents, nécessairement exploités aussi pour écouler en tout sens les « marchandises de diverses parties du monde » dont parle Marco Polo ? La Chine rendait aux Indes et aux îles du Sud produits pour produits, et de nombreux bateaux portaient son superflu à l'océan Oriental et à la mer des Indes par toutes les voies navigables de l'intérieur. Marco Polo trouve ce double commerce assez universellement florissant dans l'Asie orientale, bien qu' il lui arrive de dire que des gens ne savent trop que faire « des épiceries qu'ils ont à grande foison, parce qu'ils sont trop loin de la mer ».

Dans ces conditions, les fleuves et les rivières voient s'élever ou se développer sur leurs rives villes et bourgades, et le transport par eau devient commode pour les voyageurs. Quel plaisir de naviguer au loin sur le fleuve Bleu, qui baignait, sans compter les moindres villes et les bourgs, deux cents, suivant un manuscrit de la relation de Marco Polo, ou, d'après les autres copies, « quatre cents grandes cités, qui toutes avaient navires » !

Une voie non moins agréable était celle du Grand Canal, une suite de lacs, de canaux et de rivières canalisées, d'environ cent soixante-dix journées de navigation à rames pour les embarcations légères, qui reliait Pékin ou Cambaluc, du nord au sud, avec d'autres villes du littoral, Quinsay, Kandjenfu, Cugui (différente de Cigui), Çaiton, Canton. Marco Polo en décrit le parcours de Cuguy à Pékin en ces termes :

« Le grand Sire a fait faire telles voies et tels arrangements par eaux douces et par lacs, de cette cité (Cugui) jusques à Cambaluc, par grands fossés qui vont de lieu en autre ; de sorte que les grandes nefs toutes chargées peuvent aller de cette cité de Cuguy jusques à la grande cité de Cambaluc. Et aussi peut-on y aller par terre, car de ces fossés est la terre haute, que l'on va dessus, laquelle fut extraite des fossés et est mise d'une part et d'autre. »

Marco Polo ne mentionne pas le prolongement du

canal vers le sud, jusqu'à Canton, soit que cette partie n'existât pas encore, soit que, à la différence de celle qu'il considère, elle ne portât point les grands navires. Dans tous les cas, ce prolongement existait un demi-siècle après le séjour des Poli en Chine. Nous voyons en effet Ibn Batoutah faire, aux environs de 1345, le trajet de Canton à Pékin par un canal continu. Sa relation de ce voyage par eau est intéressante et instructive à notre point de vue actuel.

Venant en Chine comme ambassadeur de Mohammed-Chah, roi musulman de Dehli dans l'Indostan, Ibn Batoutah débarqua au port de Çaiton et fit annoncer, par les autorités de la ville, son arrivée au grand Kaan à Khân-Baligh (Cambaluc de Marco Polo). En attendant la réponse, il se donna le plaisir d'une excursion à Canton. Il y alla et en revint par un *nahr*, fleuve ou bien canal; le second sens convient seul ici. De retour à Çaiton, il reçut bientôt communication de la réponse du grand Kaan. Celui ci l'invitait à se rendre dans la capitale; il prenait les frais de route à sa charge, et ordonnait que l'envoyé de Mohammed-Chah fût traité partout avec honneur; il le laissait libre de cheminer soit par terre, soit par le canal. Ibn Batoutah préféra le dernier mode, dont il venait de faire l'expérience, bien qu'il dût connaître les facilités qu'offraient les voies de terre à un hôte du grand Kaan. En conséquence, on prépara pour lui « un joli navire, un de ceux qui servaient à transporter les commandants ». Il vogua fort à son aise, dînant dans une localité, soupant et logeant dans une autre, admirant, comme le fait si souvent Marco Polo, la beauté des fertiles campagnes chinoises. — Pour les commandants, et les Poli en avaient certainement la qualité, la navigation fluviale avait donc ses agréments particuliers en Chine.

A considérer seulement les vaisseaux à leur usage, il en fut de même de la navigation des Poli dans l'océan Oriental et la mer des Indes, qu'ils parcoururent tous les trois

pour des missions dont ils furent chargés par le grand Kaan, et à leur retour en Europe. Marco décrit ces vastes bâtiments, manœuvrés par deux cents matelots, portant, avec les passagers, jusqu'à six mille charges de poivre ou d'autres marchandises, servis par deux remorqueurs, chacun à quarante ou cinquante mariniers, et par dix moindres barques. Chaque vaisseau a de cinquante à soixante chambres où l'on se trouve « à grande aise ». A ces détails, Ibn Batoutah, qui a aussi usé des bateaux de mer chinois, ajoute ce qui suit. Moyennant finance, un passager pouvait se réserver dans ces navires un ensemble de chambres, cabines et cellules, séparé du reste et pourvu de toutes les commodités. On lui remettait la clef de ses appartements ; il s'y établissait avec son nombreux ménage ; il s'y trouvait si bien que parfois il n'en sortait pas durant un long trajet, et que sa présence n'était connue de ses compagnons de route que quand on débarquait sur quelque plage.

Cependant nous ne voulons rien exagérer. Pour naviguer sur de si belles jonques, on n'était exempt ni des ennuis provenant des retards imposés par la nécessité d'attendre, dans l'île de Sumatra ou ailleurs, les courants et les vents favorables, ni des malaises causés par les chaleurs tropicales, ni du péril des tempêtes qui sévissent sur la mer de l'Inde, ni de la crainte des pirates qui l'infestaient.

Dans leurs missions auprès des vassaux du grand Kaan, il est clair que les Poli se voyaient entourés de prévenances et d'honneurs. On pense bien aussi que les princes indépendants, qu'ils visitèrent, Marco principalement, comme ambassadeurs du puissant monarque, les reçurent avec de grands égards. Malheureusement, la relation n'accorde pas un mot à notre curiosité en ce point. Mais comme les attentions diplomatiques sont généralement réciproques, on juge à bon droit de la réception que leur firent les princes de l'Asie en leur qualité d'envoyés de

Cublay, par les politesses dont Ibn Batoutah fut l'objet en Chine, comme représentant de Mohammed-Chah.

Ce que nous avons rapporté plus haut du bon traitement que celui-ci reçut par ordre du grand Kaan, n'en a pas donné une idée suffisante. Ajoutons quelques détails. Le gouverneur de la grande ville de Kandjenfu fait à Ibn Batoutah l'honneur d'aller au devant de lui à son arrivée. Un personnage beaucoup plus important, le préfet de la grande ville de Quinsay, dans un festin qu'il lui donne et auquel il avait invité les principaux de la ville, lui coupe lui-même les viandes, et le sert de ses propres mains. Au départ, il l'installe sur un autre bateau, pourvu de provisions de bouche et de tout le nécessaire pour la longue navigation de Quinsay à Cambaluc ; il lui adjoint de ses gens, munis de pouvoirs pour le faire traiter partout comme hôte du souverain. Par malheur, à Cambaluc, Ibn Batoutah trouve le grand Kaan parti au loin pour la répression d'une révolte qui venait d'éclater. Les circonstances deviennent telles, qu'il juge inutile de demeurer. Il se rembarque sur le Grand Canal, et revient à Çaiton, jouissant des mêmes faveurs qu'à l'aller. A n'en pas douter, les Poli avaient reçu des égards analogues dans leurs ambassades auprès des rois asiatiques.

Tout considéré, les Poli eurent la vie bonne au service du grand Kaan. Si Marco se rappelle ces années avec un plaisir qui semble si vif, encore que l'expression en soit modérée, ce n'était pas le souvenir agréable d'épreuves passées. Cublay ne leur avait pas demandé un dévouement héroïque, et au jugement des Vénitiens, il les avait noblement récompensés. Ce n'est pas à dire pourtant qu'il ne leur ait pas fallu déployer beaucoup de force de caractère et beaucoup d'intelligence, user d'un grand tact et d'une grande souplesse, pour fournir tant de courses, s'acquitter si bien de leurs missions, et se maintenir si longtemps dans les bonnes grâces du monarque tartare. Les Poli sont des hommes vraiment extraordinaires.

Il n'en est pas moins vrai qu'on a exagéré, nous ne disons pas l'importance, mais l'étendue des découvertes et des révélations de Marco Polo. Ainsi, le tableau de l'Asie tracé (en français) au XIIIe siècle par le Florentin Brunetto Latini (1230-1294), que Pauthier met sous nos yeux pour démontrer que la connaissance de cette partie du monde chez les Européens du temps équivalait à celle qu'en avaient les Latins au IIIe siècle, n'a pas la force probante qui lui est attribuée. Ce n'est pas un criterium assez sûr pour apprécier les révélations du voyageur vénitien ; car, Pauthier le dit lui-même, l'esquisse de Brunetto Latini ne fait guère que reproduire celle d'un abréviateur de Pline, Solinus, qui écrivait au IIIe siècle. Mais Brunetto Latini a eu le tort de ne pas prendre d'informations chez quelques contemporains qui en savaient plus que lui sur l'Orient et le Nord, malgré leur ignorance des classiques.

En effet, des Vénitiens, Gênois, Pisans, trafiquaient dans toutes les échelles de la Méditerranée, en Afrique, en Syrie, en Asie Mineure ; plusieurs fréquentaient les marchés d'Alep et de Damas, et même, d'après Marco Polo, descendaient la vallée de l'Euphrate, ce qui les menait à Bagdad, et à Chisy au golfe Persique. Les Vénitiens occupaient Soldaie ou Soudac, les Gênois Caffa, deux villes de Crimée. Ces derniers avaient de plus des comptoirs au Caucase ; ils allaient avoir bientôt, s'ils n'en avaient pas encore, des bateaux sur la mer Caspienne. On les voyait en grand nombre, avec d'autres Latins, au grand marché international de Tauris, en Perse. Tout cela était pays de domination tartare ou arabe.

Or les Tartares de la Russie méridionale et de la Perse, gouvernés, comme les autres tribus du même nom, par des princes issus de Genghis-Kaan, n'avaient pas oublié la Sibérie sud-orientale d'où s'était lancé le fondateur de leur puissance. Ils connaissaient Caracoroum, au nord et à une dizaine de journées du désert de Gobi, résidence des grands Kaans avant Cublay, où leurs souverains envoyaient

régulièrement des ambassades d'honneur; ils savaient que cette ville, lointaine pour eux, se trouvait cependant à plusieurs mois en deçà de la mer orientale; cela leur donnait le sentiment de l'étendue de l'Asie. Ils n'ignoraient pas davantage que les Tartares orientaux confinaient d'une part aux régions glacées du Nord et de l'autre à l'immense pays de Chine, qu'ils plaçaient nécessairement au midi. Ils n'étaient pas sans connaître quelques particularités de cette région, que leur race était en train de conquérir. Bien étonnant serait-il qu'ils eussent dissimulé ces choses aux marchands italiens, qu'ils accueillaient volontiers et qui demeuraient assez longtemps chez eux pour acquérir l'usage de leur langue. Les trafiquants italiens pouvaient aussi entendre parler en Perse de l'Indostan et de ses royaumes; car les Indiens affluaient à Tauris, et leurs vaisseaux croisaient dans la mer ceux d'Hormouz, qui se rendaient à la côte de Malabar et au delà.

Quant aux Arabes, la relation de Soleïman de Syraf (port de la rive orientale du golfe Persique), celle d'Abou Zeid de Bassora, et les chapitres géographiques des *Prairies d'or* (histoire universelle) de Maçoudi, leur avaient donné, dès les IXe et Xe siècles, le moyen de connaître assez bien l'Inde et l'extrême Orient. Ainsi les Italiens, qui trafiquaient chez eux dans tant de villes d'Afrique et d'Asie au XIIIe siècle, ont pu s'instruire à leur école.

Enfin il ne faut pas oublier qu'avant les Poli, Rubruquis avait visité Caracoroum en 1252. Traversant la vallée du Volga, il avait constaté que la Caspienne était une mer isolée, et démenti, après Hérodote que personne n'en avait cru, et Ptolémée, qu'on ne connaissait plus guère, l'opinion ancienne qui la mettait en communication avec l'océan Glacial. Plus à l'est, vers Caracoroum, il avait marqué d'un trait assez précis des régions très vagues chez Brunetto Latini, et d'autres absolument inconnues de ce savant homme, qui a pourtant écrit après lui.

Tout cela montre, semble-t-il, qu'au XIIIe siècle, et avant

que les Poli eussent été en Chine, bien des hommes notamment à Gênes et à Venise, auraient fourni à Brunetto Latini un cadre plus large et plus précis que celui de Solinus, pour la description de l'Asie.

Les observations personnelles et les informations puisées à bonnes sources dont Marco Polo a fait part à ses contemporains, n'en forment pas moins une somme prodigieuse. Essayons d'en donner une idée.

III

LES CONTRÉES DU NORD D'APRÈS MARCO POLO

Le tableau géographique qui ressort du livre de Marco Polo, embrasse le nord de l'Europe, presque toute l'Asie, les îles de l'océan Oriental et de la mer des Indes avec Madagascar, enfin la côte orientale d'Afrique y compris l'Abyssinie. Inutile de dire que le tableau est inégalement rempli.

Ainsi les régions du Nord sont brièvement esquissées, avec des erreurs assurément pardonnables, mais d'autre part avec des traits bien caractéristiques. De Caracoroum, notre voyageur nous mène par tramontane (nord) à la grande plaine de Bargu, en quarante journées à cheval. Nous sommes là, au nord et à cinquante journées du désert de Gobi, chez de sauvages Tartares, tribus « qui vivent de bétail, n'ont nul blé ni nul vin (c'est-à-dire, en général boisson fermentée), qui ont, mais en été seulement, assez de bêtes et d'oiseaux à chasser ». Quand on a chevauché quarante autres journées par cette plaine, dans la même direction, « on trouve la mer Océane, aux montagnes où les faucons pèlerins ont leurs nids. Car en ces montagnes, on ne trouve ni homme ni femme, ni bêtes, ni oiseaux, fors qu'une manière d'oiseaux qui sont appelés *barguerlac*, de quoi les faucons se nourrissent. » Le *bar-*

guerlac « est grand comme perdrix, a les pieds tout à fait comme papegai (perroquet), et la queue comme hirondelle ». Pauthier croit que c'est la *perdrix saxatilis* dont le voyageur Pallas a vu des troupes nombreuses en Sibérie. Les montagnes dont parle Marco Polo, ont une position si septentrionale qu'on y voit quelque peu la tramontane (l'étoile polaire) à midi. Il semble croire qu'il en est ainsi à toutes les saisons.

Avançons vers l'ouest.

Marco Polo parle d'un royaume de Canci, à placer, suivant ses indications, au nord du Turkestan, qu'il appelle la Grande Turquie, sur le cours supérieur et moyen l'Obi. C'est la Sibérie proprement dite, la région de Tobolsk, qu'il décrit de façon intéressante. Elle est habitée par des Tartares restés fidèles à leur loi primitive, « très bestiale ». Ils ont un souverain, qui ne paie tribut à personne, et qui est de la famille des grands Kaans. Ils n'ont de blé d'aucune sorte. Leurs richesses consistent en bétail, dont la chair et le lait les nourrissent. Ils en possèdent « grandissime quantité », chameaux, chevaux, bœufs, moutons, et autres espèces. De plus, ils ont « assez de toutes sauvagines », des ours tout blancs, longs de plus de vingt paumes, des ânes sauvages (?); diverses espèces de quadrupèdes à robes précieuses, notamment la zibeline, dont une seule fourrure pour homme vaut jusqu'à mille besants. La relation signale aussi le rat « fareon », très grand, qui pullule, et dont ces Tartares vivent tout l'été. Dans la partie la plus froide du pays, glacée ou bourbeuse et parsemée de mares, suivant les saisons, les transports se font par traîneaux à chiens. Il y a même là, pour les messagers, une poste aux chiens, avec des relais de chiens, qui est comme une caricature de la poste aux chevaux en Chine.

Le Canci ne s'étend pas jusqu'à l'océan Glacial, car « en avant de ce royaume, encore en tramontane, il y a une province qui est appelée l'Obscurité, où ne paraît ni

soleil, ni lune, ni étoile, mais il y est toujours aussi obscur comme nous avons au prime soir ». On reconnaît encore ici, malgré l'exagération et la fausse idée d'un demi-jour perpétuel, la région au delà du cercle polaire, à la lisière de laquelle on a en réalité un crépuscule, plutôt qu'une nuit, de six mois. Tous les habitants sont chasseurs de zibelines, hermines, et autres animaux richement vêtus, dont ils tirent grand profit, mais que souvent aussi les brigands tartares vont leur enlever de force. Bien que le nom d'*Obscurité* convienne en général à l'extrême Nord européen et asiatique, Marco Polo l'applique seulement à la contrée qui confinait par le sud au royaume de Canci. Cela tient-il à ce que la terre des longues nuits se prolonge là plus qu'ailleurs dans l'océan ?

La relation parle ensuite de la Russie, dans laquelle elle ne comprend pas les pays au nord de la mer Noire, ni la vallée du Volga, qui formaient ce qu'elle appelle le royaume des Tartares du Ponent (Occident). Elle oriente exactement la Russie. Elle l'étend jusqu'à l'océan Glacial, et marque une région qui donnerait, dit-elle, passage de Russie en Norvège, n'était le froid qui la rend peu praticable. C'est supposer chez les lecteurs une idée des pays scandinaves. Cette idée était incomplète, même chez l'auteur ; car, en soi, il était naturel de mentionner aussi la Suède ; mais on était encore loin des expéditions au pôle nord. Ses lecteurs, la plupart du moins, ne devaient guère non plus connaître les Russes ; il leur dit, comme choses nouvelles pour eux, que la grandissime province de Russie a plusieurs rois et plusieurs langages, et qu'elle est à peu près indépendante du Tartare ; que les habitants sont « chrétiens et tiennent la loi grecque, qu'ils sont simples gens et tous beaux (?) hommes et femmes, tous blancs et blonds (les Blancs-Russiens) ». Les Russes ont des mines d'argent. Peu de commerce en Russie, à part celui des fourrures, exportées en masse, bien que, sans doute, on en use quantité sur place, car il fait là « le plus grand

froid du monde, et on en échappe à grand'peine ». L'observation a été faite implicitement pour la Sibérie septentrionale, déclarée inhabitable. Dans les îles russes de la mer Glaciale, « naissent maints gerfaux et maints faucons pèlerins, qu'on porte en plusieurs lieux du monde ». Marco Polo ne manque pas de relever cette particularité en toute circonstance ; car il s'intéresse vivement à la chasse et à la fauconnerie, dont il a décrit complaisamment l'exercice, pratiqué trois mois l'an par le grand Kaan, avec un appareil monstrueux et d'une richesse éblouissante. Ce point était encore plus du goût des « empereurs, rois, ducs et marquis, comtes, chevaliers et barons », auxquels l'auteur adressait son ouvrage dans le texte primitif, celui de Rusticien de Pise.

Marco Polo n'avait vu ni le Kiptchak ni la Russie, ni le Canci, et encore moins la terre d'Obscurité. Mais on n'a pas oublié que les deux autres Poli, durant leur séjour d'un an dans la vallée du Volga et de trois ans à Boukhara, ont eu l'occasion de s'informer des contrées susdites ; ils n'auront pas manqué de communiquer leurs renseignements à Marco. La vue des somptueuses pelisses dont les riches Tartares du Kiptchak s'enveloppaient en hiver, au témoignage à peine nécessaire d'Ibn Batoutah, provoquait la curiosité des deux marchands sur les pays mystérieux qui en produisaient si abondamment la matière. Ibn Batoutah entendit aussi beaucoup parler à Bolgara du pays de l'Obscurité ; il lui a consacré une page qui ressemble étonnamment au rapport de Marco Polo.

IV

L'ASIE MOYENNE

Passons à ce qu'on pourrait appeler l'Asie moyenne. Après avoir orienté et décrit les deux Arménie, le royaume

de Mossoul, sur le cours moyen du Tigre, et les grandes villes en aval, jusqu'à Chisi dans le golfe Persique, notre voyageur nous fait parcourir les huit provinces du royaume tartare de Perse. Il nous mène d'abord du rivage méridional de la mer Caspienne jusqu'au détroit de la mer des Indes et du golfe Persique, à Hormouz ; nous parcourons ensuite avec lui la Perse orientale, à la lisière du désert de l'Iran, et arrivons ainsi à la Boukharie, dépendance du royaume de Perse. A partir de là nous circulons dans une large zone qui traverse l'Asie dans la direction, assez clairement dessinée, d'abord de l'est et puis de l'est-nord-est. Marco Polo y échelonne en premier lieu, du nord au sud, la Grande Turquie (Turkestan), la région du Pamir, et celle du Cachemire, cette dernière marquée comme voisine de l'Inde ; au delà de ce groupe, il inscrit le Tangut, à l'ouest et au sud du désert de Gobi ; il place au nord et au nord-est du Gobi, jusqu'au cœur de la Sibérie, le séjour d'origine des Tartares de Genghis-Kaan ; au sud des Tartares de l'Amour, il met le Ciorgia (Mandçhourie) ; au sud-est du Gobi, le Tanduc, autre habitat des Tartares ; — au delà, plus à l'est, Cambaluc ou Pékin, capitale de l'empire de Cublay-Kaan.

Visitée en tout sens par Marco Polo, l'Asie moyenne est traitée beaucoup plus en détail que les contrées du Nord, dont il parle surtout d'après renseignements. Il inscrit les noms des villes et des provinces au passage, comptant les distances par les journées de cheval, orientant, par rapport au lieu qu'il quitte, celui vers lequel il marche. Il va notant ce qu'il voit et ce qu'il apprend de témoins sûrs, décrivant ce qu'il juge le plus remarquable et le plus propre à piquer la curiosité des Européens, consacrant à chaque contrée, à chaque ville importante, sa notice particulière, de canevas uniforme, plus ou moins rempli ; généralisant certaines observations. Comme on l'aura remarqué à propos de la Russie et du Canci, Marco Polo s'intéresse au caractère ethnique, au tempé-

rament spécial, au degré de civilisation, aux mœurs, à la condition politique des peuples ; il s'intéresse à toute la création, en tant qu'utile ou nuisible, en tant que combattue, soumise et exploitée par l'homme, pour ses nécessités, ses commodités, ses plaisirs. Ses observations ne sont pas d'un savant ; elles sont d'un homme intelligent et pratique.

Cependant, malgré le compte et l'orientation des marches, et le mérite de certaines descriptions, comme celles du désert à l'est de la Perse, du désert de Gobi, du Pamir, la relation de Marco Polo est souvent assez confuse. Les vues d'ensemble, le tracé des chaînes de montagnes et des bassins fluviaux, et les autres grands traits de géographie physique, y font généralement défaut. L'omission paraît surprenante en plusieurs cas. Ainsi nous voyons à certain moment Marco Polo traverser, et puis longer au nord, la chaîne de montagnes qui se développe, entre deux vastes plaines qui en accentuent le relief, depuis la rive méridionale de la mer Caspienne jusqu'aux sources de l'Indus. Marco Polo se meut dans cette region et devise de tout. Il franchit les monts par une large ouverture au 54e de longitude. Il vient de raconter en détail l'histoire légendaire du Vieux de la Montagne, à propos d'un château où celui-ci avait résidé. Puis il continue ainsi :

« Quand on part de ce château on chevauche par belles plaines et beaux coteaux, où il y a beaucoup de beaux herbages et bonnes pâtures, et fruits assez, et de toutes choses en grande abondance. Les osts (les hordes de pasteurs) y demeurent très volontiers pour le bon pays qu'ils y trouvent. Et dure bien cette contrée six journées. Il y a villes et châteaux (localités encloses) assez. Les gens y adorent Mahomet. Et une fois on y trouve un désert de soixante milles ou moins, dans lequel on ne trouve point d'eau ; mais il faut la porter avec soi. » Quand on a chevauché les six journées, on est à Sapurgan, ville

richement pourvue de tout. « On y trouve les meilleurs melons du monde, et en grande quantité. Ils les font sécher en cette manière qu'ils les taillent comme courroie, et les mettent au soleil. Et quand ils sont secs, ils sont plus doux que le miel, et ils en font grand commerce ; car ils le vendent par tout le pays. Il y a venaison assez, et oiseaux en grande quantité. » Nous passons ensuite Balac, point de repère pour nous qui, au nom et à la description, reconnaissons Balkh. Puis, douze journées « entre grec et levant », ou nord-est et est, et nous arrivons « à des montagnes qui sont de sel », près desquelles le voyageur trouve Taïcan, « où il y a très grand marché de blé, et est très belle terre. Et ces montagnes devers midi, qui sont très grandes, sont toutes de sel. Et toute la contrée d'environ, de plus de trente journées, en viennent quérir, de ce sel, qui est le meilleur du monde. Et est si dur ce sel qu'on ne le peut tailler qu'à grands piquois (pics) de fer. Et il y en a si grande abondance que tout le monde en aurait assez jusques en la fin du monde. »

Ces montagnes sur lesquelles le voyageur attire notre attention, à cause de leur élévation et de l'immense quantité de sel qu'on en extrait, voilà toute la mention des hauteurs qu'il a eues sans cesse en vue durant dix-huit étapes. L'idée n'en avait pas même été suggérée à ce point de passage où les belles plaines et les beaux coteaux reposèrent les yeux de Marco Polo. Les traits que nous avons ajoutés éclairent singulièrement sa marche, mais, pour les trouver, nous n'avons eu qu'à jeter un coup d'œil sur la carte actuelle. Si nous parcourions les mêmes pays que Marco Polo, et avec autant de moyens d'observation que lui, ni plus ni moins, nous sommes bien convaincu que la lecture de notre relation donnerait une très maigre idée de la configuration des contrées asiatiques. Pour juger équitablement Marco Polo, il faut se reporter à son temps et se mettre à sa place.

Malgré l'insuffisance du cadre géographique, Marco

Polo dépeint agréablement la région où nous sommes pour le moment. De Taïcan, au nord des montagnes de sel, nous chevauchons avec lui trois journées, suivant une direction constante est-nord-est, par beaucoup de belles terres, assez fertiles en vignes. La population ne manque pas, et cependant tout y est à bon marché. Les habitants sont mahométans, fort mauvaises gens, race d'assassins. « Ils demeurent volontiers en buveries, car ils ont bons buvrages et sont grands buveurs, et s'enivrent volontiers ; et leur vin est cuit. » Ils portent en guise de coiffure une corde longue de dix palmes, enroulée autour de la tête. Ils sont bons chasseurs et prennent pas mal de gibier. Ils se vêtent et se chaussent uniquement de la peau des bêtes prises à la chasse. Chacun sait apprêter le cuir pour son usage.

Au terme des trois journées nous sommes à une ville de Cazem, au commencement de montagnes où les gens « ont leurs habitations, très belles et très grandes, sous terre, en grandes caves, et les font très bien, parce que les montagnes sont de terre ». Il y a là quantité d'énormes porcs-épics très intelligents. Quand on les chasse, ils se rassemblent, se pressent les uns contre les autres, et jettent leurs épines aux chiens, qu'ils « navrent malement en plusieurs lieux ».

Ensuite, trois journées de marche par un désert où rien à manger ni à boire, et l'on arrive au royaume de Balacian, contrée froide. Le Balacian possède de grandes richesses. D'abord, dans une montagne, des mines de rubis balais, dont le roi se réserve le monopole, et qu'il exploite modérément. « Et ce fait-il à ce que les balais soient chers et de grande valeur ; car s'il en laissait caver à chacun, on en extrairait tant que tout le monde en serait plein, et qu'ils seraient tenus vils. » Deuxièmement, dans la même montagne, des mines « d'azur », ou lapis-lazuli, « le plus fin du monde ». Troisièmement, en d'autres montagnes, nombreuses mines d'argent. Ajoutez force

chevaux, bons coureurs, qui vont par montagnes et mauvais chemins, sans fers aux pieds ; des faucons sacres de première qualité, et des faucons laniers, beaucoup de gibier, surtout volatile, bon froment et « orge sans écorce », pas d'huile d'olive, mais de sésame et de noix.

Les habitants de cet opulent royaume sont musulmans. Ses rois se piquent d'une haute noblesse. Ils se croient issus d'Alexandre et de la fille de Darius. « Ils s'appellent en sarrazinois (arabe) Zulcarniain, ce qui vaut à dire en français : Alexandre ; car c'est pour l'amour au grand Alexandre. » Le nom, qui est bien une épithète d'Alexandre, signifie en réalité : *qui a deux cornes*. Cette traduction littérale est plus pittoresque.

A notre avis, le Balacian est le royaume de Balac. Cette ville cependant n'en faisait plus partie du temps de Marco Polo, parce qu'elle n'avait pu résister aux Arabes d'abord, ni échapper aux Tartares dans la suite. D'autre part, Balac, ou, comme on écrit généralement aujourd'hui, Balkh, a toujours été identifié avec Bactra, la capitale de l'ancienne Bactriane. Ainsi Balacian reproduit *Bactrianê*, un dérivé grec de Bactra qui fut usité dans le pays même, sous les souverains grecs du pays, après la conquête d'Alexandre. Les rois du Balacian dont parle Marco Polo, prétendent évidemment se rattacher à ces successeurs du conquérant macédonien. La principauté grecque de Bactriane avait acquis un développement très considérable du côté de l'Inde, et le Balacian était aussi un « très grand royaume », d'après Marco Polo. Ses indications topographiques montrent qu'il s'étend au loin vers le sud. Par conséquent, la distance d'au moins dix-huit journées de marche que ce voyageur compte de Balac à son point d'arrivée au Balacian, ne s'oppose pas à l'identification proposée. Pour aller de Namur en France, on met plus de temps par la voie de Lille que par celle de Givet.

Le nom du Balacian a laissé sa trace dans rubis *balais*.

En effet, *balais*, en bas-latin *balascius*, en italien *balascio*, en espagnol *balax*, *balaxo*, *balaia*, en arabe *balkasch*, rappelle Balac ou Balacian, et plutôt le premier (1).

Les sujets des derniers successeurs d'Alexandre n'avaient rien de grec dans le costume. Les habitants du Balacian « sont très bons archers et grands chasseurs, car la majeure partie d'eux vêtent peaux de bêtes ; car ils ont grande cherté de draps. » Cependant « les grandes femmes et les gentils hommes portent des braies », ou hauts-de-chausses, dans lesquelles ils amassent bien cent aunes de toile de coton, afin de grossir leurs formes. « Les hommes se délectent beaucoup en ce. »

La toile de coton du Balacian contraste avec les splendides étoffes que le voyageur admirait en d'autres contrées asiatiques. Ainsi à Créman (Kerman de nos cartes), dans la Perse orientale et à la lisière du désert de l'Iran, « les dames et les damoiselles labourent », c'est-à-dire, travaillent, « très subtilement et très noblement d'aiguille sur draps de soie de toutes couleurs, à bêtes, et à oiseaux, et à arbres, et à fleurs, et à images de maintes manières (de maintes sortes) Elles labourent les courtines », ou tentes, « des barons, si subtilement que c'est grande merveille à voir, et aussi coussins et oreillers et couvertures et toutes autres choses. »

Du Balacian, où nous étions revenus après une excursion au Cachemire, Marco Polo nous mène au Pamir. La page qu'il consacre à cette singulière région est devenue célèbre après les explorations qui en ont récemment confirmé l'exactitude essentielle.

Il chevauche d'abord douze journées entre est et nord-est, remontant le long d'une rivière qui est nécessairement un haut affluent de l'Indus. Puis, trois journées dans la même direction. Tournant ensuite vers le nord-est, il fait

(1) Voir l'article *Balais*, dans Marcel Devic, *Dictionnaire étymologique des mots d'origine orientale*, à la fin du dictionnaire de Littré.

encore trois journées, « toujours par montagnes, et on monte tant, qu'on dit que c'est le plus haut lieu du monde. Et quand on est monté, on trouve une plaine où il y a un fleuve très beau, et la meilleure pâture du monde, car une maigre jument y deviendrait bien grasse en dix jours. » Il y a là abondance d'animaux sauvages, spécialement des moutons énormes, avec des cornes bien longues de six palmes. Avec ces cornes, les pasteurs font des écuelles ; ils en fichent aussi en terre pour former des clôtures dans lesquelles ils se tiennent la nuit avec leurs troupeaux. La scène change ensuite. On chevauche environ douze journées dans le prolongement de cette plaine, absolument désert, sans habitation, ni herbage. La relation ajoute ici, comme elle le fait souvent dans des cas analogues, à la manière des guides de voyage : « Il convient que les passants portent ce dont besoin leur est. » — Le fleuve est en réalité un lac de quatorze milles de longueur sur un de largeur moyenne. L'animal dont les cornes sont employées pour les palissades, est le mouflon argali, parfaitement connu aujourd'hui.

Notre voyageur poursuit : « Nul oiseau volant n'y a pour le haut lieu et froid qui y est. Et je vous dis que le feu, pour ce grand froid, n'y est pas si clair, ni de telle chaleur comme en autre lieu, ni ne se peuvent pas si bien cuire les viandes. »

Pour vérifier cet état particulier de l'atmosphère, l'anglais Wood, qui visita le Pamir en 1838, essaya de mesurer la largeur du lac par la propagation du son, mais n'y réussit point à cause de la raréfaction de l'air. Un mousquet chargé de cartouche sans balle détonait faiblement, comme si la charge avait été simplement versée sans bourre dans le canon. A balle, le son était plus fort, toutefois avec un retentissement moindre que dans les atmosphères plus denses. La conversation sur un ton élevé épuisait promptement. Une demi-douzaine de coups frappés avec une hache épuisaient l'ouvrier, au point qu'il

tombait sur le sol. Wood se compta 110 pulsations par minute, et à quelques hommes 112, 114, 124 (1).

Marco Polo quitte le Pamir, et poussant au nord-nord-est, fait quarante étapes, qui peuvent de vrai durer beaucoup sans mener loin, car il marche par montagnes, côtes et vallées, avec maints fleuves à franchir, et probablement maints détours à faire. Tout ce pays est désert, sans habitations, ni herbages, et « il convient aux cheminants de porter avec eux ce que métier leur est ».

Nous insistons nous-même sur cet avis souvent répété. Il montre que la relation de Marco Polo est tirée en partie de rapports écrits pour l'instruction non seulement du grand Kaan, mais aussi de ses agents. Nous disons « en partie », car ce n'est pas pour le grand Kaan et ses barons, que l'auteur a dépeint, par exemple, les palais de Cambaluc et de Ciandu, et l'éclat féerique des fêtes et des chasses du Seigneur de tous les Tartares du monde.

La contrée qui fait suite au Pamir à l'est-nord-est, s'appelle Belor dans la relation de Marco Polo, et Bolor sur les cartes actuelles. Ses habitants « demeurent ès montagnes fort hautes. Ils sont idolâtres et très sauvages, et ne vivent que de chassoi de bêtes ; et leurs vêtements sont aussi de cuir de bêtes ; et ils sont mauvaise gent durement. »

Nous concluons du détail sur le Pamir et le Bolor, que Marco les visita avec solide escorte, force gens et chevaux pour le transport des tentes, des nourritures, du combustible, et pour le service des campements. C'était apparemment sa coutume en pareil cas.

Marco Polo passe ensuite dans le Turkestan oriental, qu'il nous fait parcourir en divers sens, décrivant villes et provinces selon son canevas habituel. Nous arrivons ainsi à Lop, au sud-ouest du « grandissime » désert du même nom, qui est le Gobi de nos cartes. « Les cheminants se reposent en cette ville pour entrer au désert. » Ils y

(1) Cité par Pauthier, p. 155.

prennent les nourritures d'un mois pour eux et pour leurs montures et bêtes de somme.

Le désert « est si long qu'on dit qu'en un an il ne se chevaucherait d'un chef à l'autre. Et là où il est moins large, on met à le passer un mois. Ce sont tous monts et vallées de sablon ; et l'on n'y trouve que manger. Mais quand on a chevauché un jour et une nuit », moins sans doute les heures de repos indispensable, « on trouve l'eau douce, tant qu'il suffira bien à cinquante personnes ou à cent, avec leurs bêtes ; mais à plus, non. Et par tout ce désert on trouve l'eau en cette manière ; de telle sorte qu'on trouve bien en ce passage (d'un mois), en vingt-huit lieux, eau douce, mais pas gramment (grandement). Et en quatre lieux, on trouve eau amère et mauvaise. Bêtes n'y a, car elles n'y trouveraient que manger. Mais on y trouve telle merveille comme je vous dirai, que quand on chevauche de nuit par ce désert, et qu'il advient qu'aucun reste en arrière et se dévoie de ses compagnons, pour dormir ou pour autre chose, quand il pense à retourner et à atteindre sa compagnie, il entend parler des esprits qui semblent être ses compagnons. Et telle fois, ils l'appellent par son nom, de sorte que souvent ils le font dévoyer en telle manière qu'il ne peut plus trouver ses compagnons. En cette manière en sont maints déjà morts et perdus. Et je vous dis que, même de jour, on entend parler ces esprits. Et vous entendrez aucune fois sonner de maints instruments, et proprement tambour plus qu'autre. »

Un écrivain chinois, que Pauthier cite d'après le P. Visdelou, assure de même que, durant ce passage, on entend tantôt pleurer, et tantôt chanter, des lutins et des follets qui égarent le voyageur. Dans le même désert, le capitaine Wood entendit aussi comme le son d'un tambour lointain, adouci par une musique plus douce. Il avait obtenu lui-même cet effet en ordonnant à dix hommes de descendre en silence le plan incliné d'une barre de sable. D'après

lui, le bruissement des sables secs, condensé et répercuté par les rochers d'alentour, produit le phénomène.

Marco Polo nous promène ensuite dans le Tangut, immense contrée à l'ouest et au sud du Gobi. Notons ici la description de deux ruminants étrangers à l'Europe.

Les gens du royaume d'Erguiul, partie du Tangut, « ont des bœufs qui sont sauvages et sont grands comme des éléphants, et sont très beaux à voir ; car ils sont tout pelus, moins le dos, et sont blancs et noirs, et ont le poil bien long quatre paumes, et sont si beaux que c'est merveille. Ils en ont de privés assez, qu'ils prennent quand ils sont petits ; ainsi ils en ont assez. Ils les chargent et font tous leurs services avec eux. Ils labourent la terre aussi. Ils labourent bien deux fois autant que nulles autres bêtes, pour leur grande force. »

On reconnaît le yak ou bœuf grognant.

« En cette contrée, continue Marco Polo, on trouve le meilleur musc du monde, et vous dirai comment il naît. Ils ont en cette contrée une manière de bête sauvage qui est comme une gazelle, et a le poil de cerf très gros, et les pieds comme gazelle et la queue ; mais elle n'a nulles ailes (bois ramifié), mais elle a quatre dents, deux dessous et deux dessus, qui sont bien longues trois doigts, et sont minces et vont deux en haut et deux en bas ; et elle est très belle bête. Et on trouve le musc en cette manière. Car quand ils l'ont prise, ils lui trouvent au nombril, entre le cuir et la chair, une empostume (une poche) de sang qu'ils taillent avec tout le cuir et l'en tirent dehors. Et ce sang qui est dedans cette empostume, c'est le musc, de quoi vient si grande odeur. Et il y a en cette contrée très grande quantité de ces bêtes. »

Malgré le manque de précision et l'obscurité d'un ou deux détails, cette description du chevrotain porte-musc nous semble avoir beaucoup de mérite.

Il y a aussi en Erguiul des faisans deux fois plus grands que ceux d'Italie, avec les plumes caudales longues de dix

palmes, et beauconp d'autres oiseaux de diverses sortes avec magnifique plumage multicolore.

Au point de vue des animaux, l'Erguiul est à rapprocher du Beobarles (variante, Reobarles) au sud de Kerman dans la Perse orientale. En Beobarles, notre voyageur a vu aussi des bœufs d'une espèce intéressante. Ces bœufs, fort grands, sont blancs comme neige. Ils ont le pied petit et plat, et cela, de l'avis de Marco Polo, à cause du lieu qui est chaud. Leurs cornes sont courtes et grosses, non aiguës. Entre les épaules, une bosse ronde, haute de bien de deux palmes. « Ils sont la plus belle chose à voir du monde. » Ils se couchent comme le chameau quand on les charge, et on les charge bien, « car ils sont très fortes bêtes ».

La description répond à celle du zébu, moins peut-etre la couleur neige que nous ne voyons pas mentionnée chez les naturalistes dont nous avons pu consulter les ouvrages.

Au Beobarles on voyait aussi « des moutons grands comme ânes », avec « queue si grande et si grosse qu'elle pèse bien trente livres. Ils sont très beaux et gras, et très bons à manger. »

De l'Erguiul, nous chevauchons avec Marco Polo sept journées vers le levant, et nous passons ainsi dans la province d'Egrigaia, proche du Catay ou Chine septentrionale, et soumise au grand Kaan, comme tout le Tangut. Nous trouvons là les plus beaux chameaux du monde, dont une partie de couleur blanche. De leur « laine », on tisse quantité de camelots, qui s'exportent au Catay et en d'autres pays. Les gens d'Egrigaia sont idolâtres, ce qui signifie peut-être bouddhistes, comme en beaucoup de passages de la relation. Mais il y a aussi en Egrigaia, des chrétiens nestoriens ; ils ont trois belles églises. Au Tanduc, dont la population est en partie mongole ou tartare, une tribu chrétienne a la prépondérance. Il y avait aussi, d'après Rubruquis, une église de chrétiens nestoriens à Caracoroum, principale résidence des grands

Kaans avant Cublay ; Marco Polo en rencontre également plusieurs en Chine.

Cublay-Kaan était favorable aux chrétiens nestoriens. Il en donna un jour une preuve à laquelle ils furent très sensibles. Le prince Nayan, son proche parent, seigneur de Ciorcia, se souleva contre lui. Nayan était chrétien et portait la croix sur ses enseignes. Après sa défaite, suivie de sa mort, les musulmans dirent aux chrétiens : « Voyez comment la croix de votre dieu a aidé Nayan. » Cublay ferma la bouche aux railleurs en leur disant à son tour que la croix étant chose bonne, n'avait pu qu'être funeste à ce traître, et lui infliger le châtiment qu'il méritait.

La bienveillance pour les chrétiens nestoriens semble avoir été héréditaire chez les grands Kaans. Déjà le premier de ces potentats, Genghis-Kaan, les avait pris en haute estime, et voici à quelle occasion. Son armée et celle d'Une-Can, roi de Tanduc, le Prêtre-Jean de la légende européenne, se trouvaient en présence. Il interrogea sur l'issue de la bataille les devins musulmans, qui n'osèrent rien pronostiquer, et les devins nestoriens, qui promirent la victoire, et cela, sur un signe dû à leurs enchantements. Ils tranchèrent en long une canne de bambou et inscrivirent les noms des rivaux, chacun sur un des deux segments. Et après qu'ils eurent récité un psaume et fait certaines cérémonies, on vit la baguette de Genghis-Kaan se rejoindre, sans que personne y touchât, à celle de Prêtre-Jean. C'était l'indice auquel les nestoriens avaient attaché la victoire de Genghis-Kaan. Le succès suivit, et Genghis-Kaan fit désormais grand cas des nestoriens. — Marco Polo raconte le miracle et y croit, bien que, à son avis, les nestoriens soient hérétiques, et « faillent en plusieurs choses la foi ».

Si l'attention de Marco Polo se porte sur les religions comme sur les autres caractères des divers peuples, il se contente d'ordinaire de ranger les cultes sous les

rubriques : chrétien, sarrazin ou musulman, idolâtre, et d'en marquer certains traits particulièrement saillants, d'y rattacher quelque légende. Quant à en pénétrer la nature intime, à en découvrir les affinités ou les oppositions, il y renonce, et c'est ce qu'il a de mieux à faire, car ce terrain n'est pas le sien. Cependant, il juge avec impartialité ce qui en fait de religion tombe sous le sens. Comme Hérodote, dont sa relation rappelle parfois la manière, il est autant qu'il peut sympathique à tous les peuples. Il se montre constamment défavorable aux musulmans, à cause du principe universellement reçu chez eux que c'est faire œuvre pie que d'infliger tout le mal imaginable aux chrétiens.

(A suivre.) A. J. Delattre, S. J.

LA

SCIENCE MUSICALE GRÉGORIENNE

> Ut non modo casus eventusque rerum, qui plerumque fortuiti sunt, sed ratio etiam causaeque noscantur.
>
> (TACITE, *Histoires*, I. 4.)

C'est peu, en effet, de connaître les faits et les événements de l'histoire si l'on n'en découvre pas la raison ou les causes.

La cause première d'un fait peut échapper. Elle n'en existe pas moins. Le rôle de la science étant d'aller au fond des choses pour en trouver la raison, on peut dire que toute science n'est que la mise au jour, sous une forme concise et précise, de la théorie d'un état officiellement constaté.

La science historique musicale, encore bien incomplète de nos jours, n'a pas échappé aux investigations patientes d'un certain nombre de musiciens passés maîtres dans leur art. En particulier, peu de sujets scientifiques ont été, depuis un demi-siècle, aussi disséqués, analysés, soupesés même que la partie dite grégorienne, c'est-à-dire ce qui touche à l'art musical du premier millénaire de notre ère.

Pourquoi, dès lors, est-on si peu fixé, dans le monde de l'érudition, sur la valeur certaine des déductions présentées par tel ou tel écrivain de renom ?

Ne le nions pas. Lorsque nous portons nos regards successivement vers chaque branche du savoir humain,

nous trouvons, établi sur des bases solides, un corps de doctrine complet, admis. Certains détails peuvent être momentanément réservés comme exigeant une discussion complémentaire — aussi chacun, dans sa sphère propre, se fait-il un point d'honneur d'apporter une pierre à l'édifice commun — mais l'ensemble forme un tout imposant.

Tournons-nous maintenant vers la science historique musicale du haut moyen âge, — celle du premier millénaire, avons-nous dit. Là, plus d'ensemble scientifique. De remarquables travaux sur des faits séparés ont été produits sans relâche pendant ces dernières années. De lien entre eux, de fond commun, pas l'ombre. Chaque écrivain a travaillé suivant ses aspirations personnelles.

Le résultat d'un semblable état de choses est inéluctable. Il se traduit par l'absence d'unité. Tous les efforts individuels sont condamnés à une stérilité relative.

Pourquoi encore en est-il ainsi, et le mal serait-il irrémédiable? Hélas! oui, nous le craignons. Bien plus, nous le redoutons.

La pratique musicale est née avant la théorie qui explique sa raison d'existence.

A la différence de la sculpture dont le but est la copie de plus en plus parfaite de la nature immuable, la musique, elle, n'a pas de modèle tangible. Traductrice de sentiments ou de sensations, elle suit pas à pas les inflexions de la pensée. Comme telle elle subit par une sorte d'action réflexe les mille et une impressions fugitives qui assaillent l'être humain. En tant que production humaine, elle subit de plus la loi de l'évolution. Jamais fixe, toujours en mouvement, en transformation incessante à travers les siècles, la théorie qui régit chacune de ses phases suit une marche parallèle en découvrant l'un après l'autre, mais après coup, chacun des faits fondamentaux qui en forment la base.

Avant donc de porter un jugement d'ensemble sur les étapes de l'art musical, il est bon de les connaître réelle-

ment et de les apprécier individuellement plus sérieusement qu'on ne paraît l'avoir fait jusqu'à ce jour.

Or, n'ayant jamais été reconstitué dans sa CONTINUITÉ, sur quoi se fonderait-on pour affirmer *à priori* que, de telle à telle époque, l'art musical dut être pratiqué de telle façon et non de telle autre, alors surtout que cette phase précise de son évolution proposée à notre examen nous est présentée comme un produit *unique* dans la chaîne des mutations simplement possibles de cet art ?

Aussi, pour peu que l'on y regarde d'un peu près, voit-on que les historiens de la musique ont plutôt fondé des écoles adverses, pour lesquelles une seule manière de voir est acceptable : la leur ! D'adversaires nées, ces écoles, pour le malheur de la science, sont devenues et resteront ennemies irréductibles pour n'avoir pas voulu se rendre compte de la part du mal fondé tout hypothétique de quelques-uns de leurs principes respectifs.

Nous voyons, en effet, trois clans s'agiter autour de notre sujet.

Le « monde scientifique » pour qui la musique est un art d'agrément frivole — sinon de désagrément, ajoute-t-il ironiquement — et purement extérieur envers lequel il se montre généralement indifférent, quelquefois sourdement hostile !

Le « monde des philologues », aujourd'hui la majorité, qui prétend accaparer la science grégorienne sous le prétexte bien puéril que les monuments à consulter étant des manuscrits, l'étude à en faire et les conclusions que celle-ci suggérera sont de la compétence exclusive des paléographes et des philologues !

Enfin, le « monde des musiciens », minorité infinitésimale dans le champ de la science, n'en soutenant pas moins avec assez de raison, ce semble, que l'*art musical* dit *grégorien* étant *de la musique*, aux musiciens, ayant fait de l'archéologie musicale l'objectif de leurs travaux, revient de droit l'étude des monuments du passé. Et ce,

avec d'autant plus de logique, que les manuscrits notés neumatiquement (1) ont été traduits en clair dès le moyen âge ; que, de plus, l'expertise paléographique qui les concernait a été faite avec toutes les garanties d'une érudition impeccable.

Les musiciens, seraient-ils même radicalement ignorants des principes généraux de la science paléographique, sont donc fondés à avoir voix délibérative, sinon prépondérante, dans la discussion en cours. N'ont-ils pas en mains, d'une part les mélodies traduites et notées clairement, accessibles à leur analyse, d'autre part, les théories mêmes qui fondaient la science musicale de l'époque ?

Les philologues auront ensuite à glaner certaines indications particulières de linguistique dans la reconstitution des rythmes juxtaposés aux textes anciens — encore sera-ce peu de chose — et les hommes de science générale ne devront pas dédaigner les travaux spéciaux de leurs confrères musicologues, puisque, aussi bien, la musique est fondée sur une science aussi complexe, aussi réelle que le sont les sciences physiques de toute espèce.

La musique enfin paraît même avoir sur toutes les autres sciences, cette supériorité « partielle » de s'adresser à tous indistinctement, et non à une élite restreinte dont les bienfaits ne sont perçus directement que par intermittence, dans des cas spéciaux souvent incompréhensibles pour la masse.

Ceci posé, nous pouvons revenir à notre sujet.

La musique a parcouru théoriquement deux grandes phases dont chacune se divise en deux périodes d'inégale durée.

Les deux phases ont pour point de jonction le XIIe siècle, un peu plus tôt, un peu plus tard.

(1) La notation neumatique est un système d'écriture *sui generis*, composé de traits, points, apostrophes et de signes conventionnels formés à l'aide de ces divers éléments combinés de différentes manières.

Respectivement la première se divise en : *période antique* du VIe siècle avant notre ère au IIIe siècle après, et *période grégorienne* du IVe au XIe siècle. La deuxième comportera : la *période contrapuntique scolastique* du XIIe au XVIIe siècle et la *période moderne* du XVIIIe siècle à nos jours et pour un temps à venir impossible à déterminer, cela se conçoit, bien que des symptômes non équivoques d'une transformation soient aisément reconnaissables dans certaines œuvres nouvellement écloses.

Nous écarterons ces deux dernières périodes. Les expliquer sortirait du cadre que nous nous sommes imposé de remplir. Nous n'en dirons que les liens qui les rattachent aux deux premières. A vrai dire, elles se compénètrent si intimement que les disjoindre serait malaisé.

Rappelons quelques considérations préliminaires.

L'art musical a un passé glorieux remontant aux origines mêmes de la société humaine et descendant jusqu'à nous sans solution de continuité.

Chacune des transformations par lesquelles l'art s'est peu à peu constitué tel que nous le pratiquons fut le fruit de longs siècles de tâtonnements et de progrès inconscients, préparant la voie à des conquêtes nouvelles, contenant elles-mêmes le germe de manifestations futures encore insoupçonnées.

Une forme d'art, quelle qu'elle soit, ne naît pas à l'improviste, ne surgit pas du néant à un moment précis. Elle est dans son essence le produit plus spontané que raisonné, mais par contre inconsciemment obligé d'une évolution progressive vers un idéal sans cesse renouvelé. Elle peut et doit être rattachée étroitement à celle qui l'engendra, comme à celle qu'elle engendra. Elle n'est qu'un anneau d'une chaîne dont les extrémités sont invisibles.

En conséquence, « on ne peut isoler un fait scientifique

quelconque pour l'étudier sans tenir compte de ses attaches », disions-nous dans une précédente publication (1).

La thèse que nous avons à démontrer se présente à nous sous trois chefs principaux :

Proposition I. L'art grégorien prend sa source dans l'art gréco-romain du IIe-IIIe siècle de notre ère, et s'épanche dans l'art du bas moyen-âge.

Proposition II. Reconstituer, dans ses grandes lignes, l'art antique, c'est rétablir la théorie fondamentale qui préside à l'élaboration de l'art subséquent dit *grégorien*.

Proposition III. Déduire de l'art grégorien, reconstitué scientifiquement, la forme musicale qui lui succèda c'est fournir la preuve que l'art dont nous nous occupons ici même, fut bien réellement tel que nos déductions l'auront démontré.

Nota. — Il va sans dire que nous n'émettons nullement la prétention de traiter la question grégorienne dans tous ses détails.

Nous lui avons consacré des ouvrages spéciaux et nous en préparons d'autres. Ici nous présentons un ensemble de faits et de déductions dérivées de ces faits, destinés, dans notre esprit, à compléter les nombreux articles que nous avons donnés un peu partout.

Néanmoins, et comme nous nous sommes toujours imposé de le faire, nous embrassons d'une vue d'ensemble, sous un jour particulier, toute la science musicale grégorienne.

I

L'histoire du chant liturgique présente de grandes difficultés à cause du manque fréquent de documents précis concernant des laps de temps relativement longs.

(1) *Mémoire présenté au congrès d'histoire de 1900.* Paris.

On ne saurait en effet qualifier du nom d' « histoire » le rappel de quelques faits épars, toujours les mêmes d'ailleurs, répétés de revues en revues par des écrivains superficiels. Les renvois en note concernant ces faits ne trompent personne et l'abus de la phraséologie qui les accompagne masque mal les emprunts opérés de droite et de gauche, sans discernement.

Quoi qu'il en soit, aurions-nous considéré ce que nous connaissons comme des détails soigneusement collationnés, ou au contraire comme les seuls événements saillants qui en jalonnent le cours séculaire, nous devrons avoir remarqué que la coordination des éléments connus et leurs rapports réciproques n'ont pas été serrés d'assez près pour permettre de dire que cette histoire existe définitivement.

Trop de données même en ont été interprétées dans un sens diamétralement opposé à ce qu'une saine logique commandait.

En un mot, l'histoire nous a paru avoir été faussée, faute de faire les rapprochements qui s'imposaient pour obtenir une vue d'ensemble permettant de comprendre la raison d'être de chaque chose.

Les écrits de Dom M. Gerbert, abbé de Saint-Blaise (en Forêt Noire), sont la mine d'où les musicologues ont tiré leurs arguments contradictoires, et le champ clos où les commentateurs modernes se sont rencontrés pour échanger leurs coups.

L'ouvrage le plus instructif (1) du célèbre compilateur bénédictin est le *de cantu et musica sacra a prima ecclesiae aetate usque ad presens tempus* (2).

Les détails contenus dans ce volumineux travail sont innombrables et précieux à proportion. Nous avions tenté

(1) Le plus instructif en ce sens qu'on chercherait vainement ailleurs le groupement de tout ce qui regarde l'histoire du chant ecclésiastique. Ce qui lui manque, c'est la synthèse des conclusions à tirer de tous les faits particuliers.

(2) 2 vol. Saint-Blaise, 1774.

de les résumer, mais force nous fut de renoncer à ce projet. On ne résume pas une nomenclature aussi touffue.

Contentons-nous de remémorer certains points de repère reconnus de longue date comme exacts ; ceux qui peuvent nous éclairer sur les étapes parcourues par la pratique du chant, à la condition toutefois d'en coordonner les résultats.

Il est de notoriété historique que le premier chant chrétien fut celui des psaumes, suite naturelle d'un usage liturgique antérieur. De simple murmure à peine digne du qualificatif de « musical » et resté tel jusqu'au IIIe siècle par suite de circonstances locales mais les mêmes partout : les persécutions, ce n'est qu'à dater de l'an 350 environ que l'on trouve trace à Antioche d'un nouveau mode de récitation du psaume, dans l'antiphone ou chant à deux chœurs alternés.

On sait que d'Antioche cet usage passa à Constantinople avec saint Jean Chrysostome (375), puis à Milan avec saint Ambroise, enfin à Rome sous le pontificat de saint Célestin Ier (422).

Entretemps, saint Damase (366) avait déjà fait venir de Syrie à Rome des chanteurs habiles pour enseigner à ses artistes attitrés la psalmodie à la mode orientale. Il découlerait de cette indication que l'antiphonie fut probablement pratiquée à Rome dès le pontificat de saint Damase et soixante années avant celui de saint Célestin.

Peut-on inférer de cette venue qu'il y eut dès cette époque un *corpus* de chants chrétiens autres que les psaumes, les litanies et quelques cantiques précurseurs des hymnes hilariennes ou ambrosiennes ?

Nous ne le pensons pas. C'étaient d'habiles chanteurs sans doute, mais l'apport certain d'un répertoire nouveau n'était pas une condition *sine qua non* de leur voyage. Néanmoins en tant qu'Orientaux, élevés dans un milieu artistique différent de celui de la société latine, leur séjour dut nécessairement influer sur la constitution

mélodique des pièces musicales liturgiques en préparation dans le courant de ce siècle. Et lorsque le chant antiphoné selon la méthode orientale, — le *canendi mos orientalium partium* de saint Augustin (1) — acquit droit de cité à Rome, ce ne fut pas simplement cette antiphonie, mais toute une culture musicale étrangère, encore en enfance peut-être, qui fit son apparition dans la Ville éternelle.

Nous sommes encouragé à parler ainsi en nous appuyant sur la date approximative de l'invention — ou, si l'on préfère, de l'introduction dans l'office — des pièces appelées *chants propres*, c'est-à-dire l'Introït, le Graduel, l'Alleluia, l'Offertoire et la Communion, quelle que soit la forme matérielle primitive de ces chants.

L'Introït dans sa forme actuelle remonterait au temps du pape saint Célestin (423-432) (2). Mais, comme l'*Antiphona ad Introitum* suivie de son psaume existait longtemps auparavant, on ne peut le disjoindre de ses congénères, les autres chants propres. Le Graduel et l'Alleluia sont les chants les plus anciens de la liturgie chrétienne. Le Graduel, dit Dom Kienle (3), « est un des chants les plus anciens et les plus vénérables de l'office divin » et, dit l'abbé Duchesne (4), ces deux chants « sont la plus ancienne et la plus solennelle représentation du psautier davidique, ils nous viennent en droite ligne du service religieux des synagogues juives ». L'origine de l'Offertoire semble remonter au temps de saint Augustin (5) ».

De même pour la Communion qui remonterait à la fin

(1) *Confessions*, IX-VII, 15, Ed. Gaume, t. I, col. 278.

(2) Cf. Dom Kienle, *Théorie et pratique du chant grégorien*, p. 174. Desclée, 1895 ; et M. Duchesne, *Origines du culte chrétien*, p. 155. Fontemoing, 1898.

(3) *Op. cit.*, p. 175.

(4) *Op. cit.*, p. 161.

(5) Cf. Dom Kienle, *op. cit.*, p. 184 ; et M. Duchesne, *op. cit.*, p. 165.

du IVe siècle, au temps de saint Augustin et de saint Ambroise, tout comme les autres par conséquent.

Voici donc un ensemble de faits avérés révélant l'existence dès le IVe siècle, d'une liturgie chantée naissante accompagnant l'introduction à Rome du chant antiphoné.

Avant d'entrer plus avant, nous devons remarquer que le chant de l'Église ne peut être ni oriental pur, ni grec pur, ni latin pur. Il y a double apport certain, donc double influence originelle, mais par surcroît mise en œuvre latine.

Il paraîtra raisonnable de penser que le tour d'esprit spécial à chacun de ces arts d'importation a été comme noyé dans la masse. Dans la suite le sentiment artistique latin a revêtu cette massé d'un vernis propre à la race latine. Ce fut la réforme dite « de saint Grégoire » (590-604).

De la fusion intime de ces éléments, simplement juxtaposés au début, devait naître l'une des plus merveilleuses créations dont l'humanité pourrait s'enorgueillir si la modestie ne nous portait plutôt à nous humilier. En effet, c'est de l'organisation de la liturgie chantée que naquit obligatoirement, et pour parer les prières d'un vêtement musical approprié à leur but, la *cantilène romaine fleurie*, en d'autres termes le « chant dit grégorien » produit hybride du génie harmonique grec ou gréco-romain et du génie mélodique oriental pur, fusionnés en un tout indélébile.

L'*Ordo* de la messe romaine a subi tant de modifications qu'il est bien difficile de fixer avec une apparence de certitude la date approximative de cette mise sur pied de la liturgie chantée.

Cette forme musicale nouvelle devait engendrer un jour l'art essentiellement vocaliste, dit *palestrinien*, d'où sortit à son tour l'art italien du siècle dernier.

Supprimez cette infusion du sang oriental dans la cantilène romaine du Ve siècle ; vous supprimez la raison

d'être de l'art palestrinien et de son dérivé, l'art italien des virtuoses du chant.

Rien dans le passé musical gréco-romain ne saurait permettre l'hypothèse d'une future musique à vocalises superflues. Bien plus, nous retrouvons corrélativement la preuve de la superposition et de la compénétration des deux générateurs du chant palestrinien dans cette autre manifestation artistique qui a nom « les hymnes mesurées à l'antique », dont le goût fut si vif qu'il nous conserva le type classique de la coupe antique. Donc double apport, disions-nous avec assez de raison, fusion des deux génies et néanmoins constitution de deux formes musicales, distinctes bien que sœurs, ayant mêmes éléments constitutifs. D'un côté, la cantilène romaine avec son rythme vocalisé oriental très développé et ses tonalités classiques sévères resserrées dans un hexacorde ou à peu près ; de l'autre, les hymnes avec leur carrure rythmique austère atténuée par le tour mélodique oriental.

Les deux types se perpétuèrent : la cantilène romaine dans l'art palestrinien, les hymnes dans les chants populaires à formes rythmiques carrées.

Pendant la période d'organisation, c'est-à-dire pendant les IVe et Ve siècles, nous pouvons induire que par le fait du rejet volontaire et systématique de tous les éléments profanes de l'art musical gréco-romain il y eut réellement un plan bien arrêté de constituer un art nouveau dans sa forme, nouveau dans ses tendances, réactif même, et forçant une évolution dans un sens clairement entrevu par ses inventeurs.

Comme tel, on peut dire en toute sécurité que ce fut l'art de l'Église, « art spécial, créé en vue d'un but défini ».

Si ce n'était une grande témérité de notre part, nous dirions volontiers que la nécessité de composer de la musique sur des textes exclusivement écrits en prose fut une des marques distinctives de l'art nouveau, en obli-

geant la mélodie à se faire jour, mélodiquement et rythmiquement modelée, pour exister par ses propres moyens.

Dans la composition des hymnes, le rythme métrique, ou à son défaut le cadencement phraséologique informait le rythme musical de la mélodie non encore éclose (1), tandis que dans la composition des antiennes, c'est la musique qui vit par elle-même et le texte n'est que l'occasion de son éclosion.

Outre que par respect pour la perpétuité de la transmission des textes sacrés primitifs, l'idée devait naître de les traiter musicalement, le fait de ne traiter musicalement que de la prose devait amener à l'élaboration d'une théorie rythmique nouvelle.

Ce n'était pas néanmoins une *forme à part* créée d'autorité et n'ayant rien de commun avec l'art antérieur.

Bien loin de là, la base du système était solidement scellée dans la théorie de cet art antérieur. Les règles fondamentales du rythme étaient rigoureusement respectées. Seule, la forme *extérieure* se façonna dans un moule imaginé *ad hoc !* On le verra quand nous aborderons la théorie pure.

Nous ne saurions mieux comparer cette évolution voulue et menée à bien qu'à l'évolution wagnérienne actuelle.

La même théorie fondamentale harmonique régit l'art italien et l'art wagnérien. Néanmoins, combien différent du premier est celui-ci dans sa forme extérieure !

L'attache avec le passé est irréfragable. Elle ne peut pas ne pas l'être. L'homme est un employeur, un transformateur, de génie quelquefois, jamais un créateur.

Si donc nous considérons sous ce jour notre art grégorien (et la preuve du contraire ne sera pas facilement administrée, c'est notre conviction), nous voyons le passé se rattacher au présent sans aucune solution de continuité.

(1) Là même, la mélodie s'affranchissait souvent des entraves de la prosodie.

L'art grec obéit à des règles draconiennes de proportions rythmiques que nous retrouvons intégralement enseignées dans la rythmopée du moyen-âge et dans la nôtre, au moins en ce qui concerne les principes fondamentaux.

L'art grégorien adopta ces règles dans leurs grandes lignes, mais en rejeta, dès le début, tous les raffinements inspirés par le paganisme tout puissant. Il écarta de plus, comme un joug inutile, les lois de la carrure rythmique que les textes en prose devaient briser. Enfin, sur le déclin de cet art grégorien si éblouissant dans ses siècles d'efflorescence, au dire de ses admirateurs contemporains, on vit éclore les premiers essais timides de la polyphonie, à l'aide d'instruments dont l'imperfection mécanique était le vice capital.

La mélodie, pour permettre à cet accompagnement polyphonique rudimentaire de se faire entendre, dut s'altérer dans son rythme et s'altéra réellement, l'histoire est là qui nous le certifie (1). D'altérations en altérations elle devint le thème lourd et froid qui permit au virtuose de faire étalage de sa science contrapuntique. Le contrepoint peu à peu dégagé des inexpériences de son enfance s'affirma dans toute sa richesse avec l'école palestrinienne. Puis, l'école des Bach, des Beethoven, sortit enfin, radieux aboutissement de longs siècles de tâtonnements de plus en plus heureux, disons avec moins de sévérité, de quinze siècles de progrès incessants.

Concluons cette première partie de notre exposé historique synthétique.

Le chant grégorien est bien véritablement le lien qui rattache l'antiquité au moyen-âge.

Issu rythmiquement de l'antiquité grecque, il se constitue par amplification une forme rythmique plus libre dans sa marche.

(1) V. plus loin : Proposition III.

Issu mélodiquement de l'art oriental progressivement épuré dans ses tonalités usuelles, il rompit le cadre de la musique guindée de l'antiquité grecque.

De ces deux influences sortit une forme d'art nouvelle dans ses apparences extérieures, « le chant romain », mais dont la paternité n'est pas douteuse.

II

Nous avons vu les causes particulières de la formation *mélodique* de la cantilène romaine. Celles qui ont trait à la constitution rythmique sont tout aussi caractérisées.

Lorsqu'on envisage une forme artistique vraiment belle et pure, digne du nom d'art, il est clair que l'on spécifie celle qui, par comparaison avec d'autres, apparaît comme la plus sage et répond le mieux à un idéal d'où la fantaisie personnelle est exclue.

Dans l'antiquité ou classait les rythmes sous trois chefs principaux : les réguliers, les simili-rythmiques et les désordonnés.

Le rythme était constitué par la succession des pieds ou unités rythmiques assemblés en un certain nombre fixé par des lois de proportions numériques pour former des périodes musicales. Lois non arbitraires, mais sciemment établies après constatation de ce qui, par expérience, plaisait ou était réprouvé par l'entendement humain ; le tout corroboré par le raisonnement et certifié viable par les rapports des nombres.

La même loi fondamentale régissait aussi bien la constitution du membre de phrase mélodique que celle de chacun des éléments particuliers concourant à sa formation, c'est-à-dire celle du pied rythmique.

A vrai dire, il n'y a qu'une seule et unique loi : celle des proportions numériques. Elle régit la constitution fondamentale du rythme dont l'unité de mesure est le pied.

Du moins est-ce la conclusion que nous devions tirer de l'adoption du même mot générique πούς usité avec le qualificatif μέγιστος, ci : ποὺς μέγιστος, pied maxime désignant le membre de phrase, et ποὺς ἐλάχιστος ou ἁπλοῦς, pied minime ou pied simple pour l'unité fondamentale de la période.

La constitution du pied simple (et sa subdivision en un frappé et un levé) fonde le genre du rythme, le γένος.

Le dactyle et ses dérivés fondent le genre égal ou γένος ἴσον = 1 : 1 ; le trochée et ses dérivés fondent le genre double ou γένος διπλάσιον = 2 : 1 ; le péon fonde le genre sesquialtère ou γένος ἡμιόλιον = 3 : 2.

Tel nous voyons le pied simple formé de 3, 4 ou 5 temps brefs, tel nous voyons le membre de phrase formé de 3, 4, 5 pieds simples, ou plus même selon le genre égal, double ou sesquialtère adopté pour le rythme général de l'œuvre à composer.

La période se calque donc sur le pied simple, en adoptant le genre que celui-ci crée, par le remplacement de chaque unité-temps bref par un pied simple soit iambique soit dactylique, soit péonique, en conservant de plus le frappé et le levé mélodiques sur les mêmes unités-pieds qu'elles se trouvent sur les unités-temps du pied simple fondamental ; et ce, sous la réserve expresse :

1° Que la période du genre égal, dactylique, dont les composantes : frappé et levé sont comme 1 est à 1, ne dépasse pas l'étendue (μέγεθος) de 16 temps premiers, c'est-à-dire au maximum 4 pieds dactyliques de 4 temps brefs ($4 \times 4 = 16$).

2° Que la période du genre double, iambique, dont les composantes : frappé et levé sont comme 2 est à 1, ne dépasse pas l'étendue de 18 temps premiers, c'est-à-dire au maximum 6 pieds iambiques de 3 temps brefs ($6 \times 3 = 18$).

3° Que la période du genre sesquialtère, péonique, dont les composantes sont comme 3 est à 2, ne dépasse pas l'étendue de 25 temps brefs ($5 \times 5 = 25$).

Chacune de ces périodes devient alors et théoriquement un rythme dactylique, iambique ou péonique, spécifié : à tant de temps premiers. Les qualificatifs : dactylique, iambique, péonique, n'ont pas pour but de spécifier la sorte de pieds qui entrent dans la composition de la période, mais le *genre* du rythme auquel ressortit cette période.

Ainsi une période de 4 pieds trochaïques égale 12 temps premiers ; c'est un dimètre trochaïque, on le sait. Mais si, mélodiquement — c'est-à-dire par les inflexions naturelles du frappé et du levé — il se divise en deux parties égales de 6 temps premiers (6 + 6), cette période ressortit, bien que composée de trochées, au rythme égal dit dactylique de 12 temps. C'est un ῥυθμὸς δακτυλικὸς δωδεκάσημος.

Par le raisonnement mental le qualificatif δακτυλικὸς éveille immédiatement en nous l'idée de division égale entre le frappé et le levé, et la nature du pied employé nous apparaît au second plan comme étant le trochée, par la division mentale que nous faisons du nombre 6 en deux autres parties égales = 3 + 3.

Constituons une autre période également de 12 temps mais répartis entre trois pieds dactyles de 4 temps chacun. Elle sera divisée théoriquement en deux parties inégales comme un est à deux. Nous la spécifierons, à l'aide de la même suite de raisonnements que précédemment : rythme *iambique* de douze temps.

Le qualificatif « iambique » sous-entend pour nous : division inégale du simple au double (donc 1 : 2) et, en second lieu, cette répartition de 12 temps en 3 unités fait ressortir 4 temps à chacune. Le pied dactyle nous apparaît bien dès lors comme la base de cette période du genre iambique.

Tout ceci est fort simple sous une apparence compliquée.

Pour ne pas fatiguer le lecteur nous ne nous étendrons pas plus longuement sur cette définition. Retenons seule-

ment en outre que chacun des pieds-types pouvait comporter le mélange de toutes ses subdivisions possibles : l'iambe être remplacé par le trochée ou le tribraque ; le dactyle par le spondée, l'anapeste ou le proscéleumatique. Que ce soit au IVe siècle ou au Xe siècle, il en était toujours de même.

Lisons saint Augustin (*de Musica*. III-VI, 14) : « *Ubi pro longis singulis geminantur breves, poco qui rhythmum obtinet, alium locamus ; velut pro iambo vel trochaeo tribrachum, aut pro spondeo dactylum aut anapaestum aut prosceleumaticum.* » Il avait déjà demandé à son disciple (Lib. III, cap. IV, par. 8) : *Dic mihi utrum spondeus pes pyrrhichio rhythmo possit adjungi ?* » et le disciple de répondre : « *Nullo modo ; non enim continuabitur plausus aequalis : cum levatio et positio in pyrrhichio singula, in spondeo vero bina tempora teneant :* et plus loin encore (par. 10) : « *Dactylo anapaestus (misceri) potest, nam... et tempore ac plausu currit aequaliter* ; *utrique autem prosceleumaticus eadem ratione copulatur.* »

Du sens de tout ce qui précède, il ressort nettement que dans chaque période tous les pieds sont de valeur rythmique égale entre eux : *nisi aequalitate pes pedi amicus est*, ajoute saint Augustin (Lib. VI-X, 27).

Mais il ressort aussi clairement que de telles périodes devaient, en répétant des unités toujours semblables rythmiquement, être singulièrement monotones quel que pût être le dessin mélodique qui en variât l'intérêt. On sait, du reste, que la mélodie pure, telle que nous la pratiquons, n'existait pas dans l'antiquité et que le chant se mouvait dans un cadre limité à quelques sons. Aussi les anciens musiciens avaient-ils imaginé d'obtenir cette variété, que le mélos lui-même ne possédait pas, en autorisant l'introduction dans une période d'un type podique quelconque, de pieds d'un type différent sous la réserve d'une déformation accidentelle de ce type ; déformation ayant pour but de rendre ce pied étranger équivalent à

chacun des autres pieds de la période dans laquelle on l'introduisait. C'est, on le sait encore, grâce à l'irrationalité de certaines longues et de certaines brèves que l'on obtenait ce résultat sous forme de spondées abrégés, dactyles cycliques, iambes ou trochées allongés, crétiques mélangés ou complexes, etc.

L'irrationalité créait également des longues allongées valant 2 et 1/2 temps brefs ; des longues abrégées, de 3/4 de temps ; des brèves abrégées de 1/4 de temps premier, véritables demi-brèves.

A l'aide de cet artifice — qui nous prouve incidemment que les combinaisons rythmiques simples de toute nature ont été pressenties et pratiquées même dès l'antiquité classique — la plus grande liberté d'allures était permise au musicien ; à tel point que le rythme prosodique lui-même se pliait à l'occasion au rythme musical : *Musica non subjacet regulis Donati*, dit le grammairien Priscien. Sans quoi l'égalité du rythme, axiome fondamental, eût été anéantie. On l'a vu certifié par saint Augustin, et Hucbald de Saint-Amand théoricien du IXe siècle le dit à son tour sans équivoque : « *Unde illud :* REX AETERNE DOMINE.... *nullam tamen habet pedum rationem, sed tantum concentus est rythmica modulatione.* » L'enseignement classique s'était donc perpétué intact pendant tout le premier millénaire. Bernon d'Auge citait (1) à ce propos les deux mots *legite* et *docete* rythmés musicalement sans souci de la quantité prosodique qui leur était dévolue.

Nous trouvons une troisième preuve de cette égalité obligatoire de chacun des pieds successifs, dans la création des « silences » employés çà et là dans le mélos pour *compléter* les unités rythmiques incomplètes mélodiquement comme elles le sont quelquefois dans les chutes de phrase.

Enfin nous pouvons ajouter une considération qui, à

(1) *Prologus in Tonarium*, 14. Ed. Migne, t. CXLII, col. 1115.

elle seule, vaut pour toutes les affirmations : puisque le pied maxime est la représentation amplifiée d'un pied minime, et que celui-ci est composé d'un nombre de temps premiers tous égaux entre eux, il est évident que le pied maxime remplaçant chacun des temps premiers du pied minime par un pied rythmique complet, chacun de ces pieds rythmiques est égal à chacun des autres!

Au regard de la mise en œuvre de cette théorie vénérable si luxueusement établie, nous éprouvons le regret cuisant de ne pouvoir juger que très rarement *de visu* et plus rarement encore *de auditu* du mérite des œuvres d'après lesquelles elle était établie.

Les pièces musicales antiques se sont retrouvées en trop petit nombre sous la main des chercheurs érudits dont les missions scientifiques sont peuplées, et le peu qui nous a été révélé par leurs soins n'est pas pour forcer notre enthousiasme. Néanmoins nous avons la certitude que les œuvres disparues ne pouvaient être écrites théoriquement que d'après les principes rythmiques rappelés plus haut.

Chose curieuse en vérité. Pour l'antiquité classique nous avons les théories rythmiques pures et pour ainsi dire pas d'œuvres musicales ; pour l'art musical du moyen âge, au contraire, nous avons des œuvres en quantité innombrable et pour ainsi dire pas de théorie rythmique complète dans tous ses détails. Il nous faut compléter les auteurs les uns par les autres. Néanmoins ce que nous possédons de ces derniers est là pour certifier que la rythmopée antique a continué d'être celle de l'humanité pendant ces siècles troublés. La rythmique du moyen âge certifiée, à son tour, par l'analyse des œuvres musicales de la même période s'étant perpétuée jusqu'à nous dans le dédale des inventions rythmiques des générations qui nous ont précédés, nous pouvons dire avec certitude que la filière est ininterrompue, le lien intact et sans solution de continuité. L'égalité des pieds rythmiques musicaux est toujours la base de la composition du mélos.

Pour qui saura comprendre toute l'importance de ces données scientifiques révélées par les écrits des anciens théoriciens, il paraîtra superflu de dresser ici le parallèle des rythmes antiques et des rythmes modernes.

Certes nous avons inventé plus de formules rythmiques que nos aïeux n'en connaissaient, mais toutes celles que ceux-ci avaient découvertes sont encore du patrimoine de nos écoles modernes.

La différence entre le rythme musical et le mètre poétique apparaît dès ce moment.

Le rythme musical a précédé le rythme métrique. Cela est certain. Tout peuple a chanté alors même que sa langue parlée était encore informe; *à fortiori* il chantera en l'absence d'une poésie même rudimentaire.

Le rythme musical a créé le rythme prosodique, mais la poésie en s'affinant se constitua un ensemble de lois rythmiques propres, moins rigoureusement mécaniques que celles qui régissent le rythme musical.

Nous verrions volontiers dans cette évolution primordiale comme la résultante de la constatation matérielle d'une monotonie insupportable d'un texte déclamé rythmiquement sur un mouvement uniforme. La langue poétique avec son tour d'esprit quelque peu vagabond, ses périphrases redondantes, ses métaphores soigneusement cadencées, avait besoin pour se libérer d'un cadre rythmique étouffant son essor, d'une latitude plus grande dans la succession des composantes rythmiques, que la musique n'en requérait grâce à la variété de ses intonations mélodiques.

La poésie déclamée, en outre, avait à se servir d'un vocabulaire qu'elle n'était pas à même de transformer. Ce n'étaient pas des sons, sans valeur fixe de durée, qu'elle employait. D'un mot de quatre ou cinq syllabes dont l'une était obligatoirement accentuée, elle ne pouvait faire à sa guise, un mot de deux ou trois syllabes, tandis que la mélodie resserre ou distend à volonté ses unités rythmi-

ques. Elle peut faire d'une unité composée de 6, 8, 10 subdivisions, autant d'unités nouvelles et inversement.

Aussi le cadencement rythmique de la poésie se dégagea-t-il dès le début du rythme musical qui l'avait précédé; mais, par contre, le rythme n'étant autre chose qu'une question de proportions dont le respect est *à priori* exigé par l'être humain, poésie et musique y furent astreintes, l'une par le besoin de sensation d'un cadencement harmonieux de la parole — rythme oratoire poétique — l'autre par celui de la mélodie — rythme purement musical mélodique — chacune conservant le respect des lois générales avec une part de liberté qui lui est propre.

Nous dégageant maintenant de toutes considérations étrangères à notre sujet, nous pouvons envisager uniquement la période musicale en elle-même, telle qu'elle prit corps sous l'influence de textes en prose à revêtir d'une trame musicale.

La période musicale, avons-nous dit, est constituée par une suite de pieds minimes tous égaux entre eux, contrairement au rythme prosodique qui, lui, admet l'inégalité des pieds, pour les causes sus-rappelées.

Les textes anciens sur lesquels est fondée cette affirmation sont des plus probants. De siècle en siècle nous les retrouvons proposés comme une base incontestée. Il nous suffira de citer quelques-uns des auteurs les plus réputés de ces temps lointains.

M. Fab. Quintilien, au IIe siècle s'exprime ainsi (1) : « *Sunt et illa discrimina* (entre le rythme et le mètre) *quod rythmis libera spatia, metris finita sunt; et his certae clausulae; illi, quomodo coeperant, currunt usque ad metabolem, id est transitum in aliud genus rythmi; et quod metrum in verbis modo, rythmus etiam in corporis motu est.* »

L'allusion au rythme des mouvements du corps (la

(1) *De Instit. orat.*, Lib. IX, 4.

danse), bien qu'étrangère à notre étude, n'en certifie pas moins la différence que M. F. Quintilien veut faire ressortir.

Saint Augustin, deux siècles plus tard, revient deux fois sur cette question :

« *Inter rythmum et metrum hoc interesse dixisti* (1) (c'est son élève qui lui répond) *quod in rythmo contextio pedum nullum certum habet finem, in metro vero habet : ita ista pedum contextio et rythmi et metri esse intelligitur ; sed ibi infinita, hic autem finita constat.* »

« *In conjunctis pedibus* (2) *sive libera perpetuitate porrigatur ista conjunctio, sicut in rythmis ; sive ab aliquo certo fine revocetur, sicut in metris ; sive etiam in duo membra quadam lege sibimet congruentia tribuatur, sicut in versibus ; qua tandem alia re, nisi aequalitate pes pedi amicus est ?* »

Avançons encore de trois siècles. C'est saint Isidore de Séville (au VIIe siècle), qui dans son livre I, cap. 39 des *Étymologies* paraît copier ses devanciers : « *Huic adhaeret rhythmus, qui non est certo fine moderatus, sed tamen rationabiliter ordinatis pedibus currit ; qui latine nihil aliud quam numerus dicitur.* »

Nous verrons dans un instant Guido Aretinus confirmer ces errements pédagogiques quatre siècles plus tard encore.

Qu'entendent donc Quintilien, saint Augustin et saint Isidore par ces mots : *libera spatia... nullum certum finem... infinita... libera perpetuitate...* concernant le rythme, opposés à : *finita... certae clasuluae... certum finem... certo fine...* regardant le mètre ? Simplement que le rythme est *le* mouvement réglé dès le début d'une œuvre musicale, et non *un* ensemble de rythmes juxtaposés d'après certaines lois. Pour nous servir d'une com-

(1) Cfr. *de Musica*, Lib. III, VII, 15.
(2) *Op. cit.* Lib. VI, X, 27.

paraison à la portée des praticiens modernes, nous leur proposerions volontiers l'identification du rythme libre de l'antiquité avec la mélodie pure de nos classiques du genre « Sonate » et l'identification du vers antique à la coupe rigide avec nos rythmes de danse dont la coupe est également rigide.

Guido représente à son tour la tradition pure, preuve évidente de la perpétuité des usages antérieurs.

A la base de sa théorie nous retrouvons le *pied* dans ses diverses formes rythmiques : *unus, duo, tres soni aptantur in syllabas, ipsaeque solae vel duplicatae neumam id est partem cantilenae constituunt... cum et neumae loco sint pedum et distinctiones loco versuum, utpote ista neuma dactylico, illa vero spondaico, illa iambico metro decurreret, et distinctionem nunc tetrametram nunc pentametram alias quasi hexametram cernes...* (Guido Aretinus, *Microl.* cap. XV).

Au sommet, nous retrouvons également la constitution de la période musicale et des proportions numériques qui la régissent : « *Semper tamen aut in numero vocum aut in ratione tenorum neumae alterutrum conferantur atque respondeant, nunc aequae aequis* (1 : 1), *nunc duplae vel triplae simplicibus* (2 : 1, 3 : 1) *atque alias collatione sesquialtera* (3 : 2) *vel sesquitertia* (4 : 3) » (1).

Pieds égaux, périodes d'inégales grandeurs, proportions numériques, rien n'y manque. On chercherait vainement une plus parfaite concordance de textes démontrant la continuité d'un enseignement réellement classique et dix fois séculaire. N'est-ce pas assez prouver, par conséquence absolue, qu'aucune solution de continuité, aucune rupture d'aucune sorte n'a jamais été introduite dans la filière des transformations de notre art musical ?

(1) Les proportions 3 : 1 et 4 : 3 étaient rejetées par les anciens. Guido les spécifie *possibles* ; inclinons-nous devant sa grande autorité.

Enfin, ne sommes-nous pas autorisé à conclure cette seconde étude comme nous le faisions de la première ?

Disons donc : Rythmiquement, le chant grégorien est la forme musicale directement dérivée de l'art antique ; il n'y a pas rupture, la chaîne est intacte.

III

Si, au XIe siècle, les théoriciens de la musique, et en particulier Guido et son commentateur superficiel Aribon, se faisaient un devoir de conserver par écrit les lois de la Musique, par contre il serait excessif de croire que de leur temps les traditions pures de l'exécution s'étaient fidèlement conservées.

Nous avons même la certitude du contraire. Elles étaient mises de côté soit par inadvertance, soit par impéritie professionnelle, soit par ignorance de la véritable forme des mélodies, et bien plus par une opposition latente, faite par les maîtres de chant de nos régions, à l'introduction d'un art nouveau dont leur routine les empêchait de discerner le vrai caractère.

Là même où des maîtres romains avaient été appelés à fonder des écoles, l'opposition et l'incapacité battaient en brèche la réforme qu'ils prêchaient. Aussi voyons-nous des monarques tels que Pépin et Charlemagne lutter et rendre des décrets contre les coalitions intéressées de leurs chantres officiels pour les obliger à s'instruire auprès des réformateurs venus de Rome et porteurs de livres de chant conformes à l'usage romain.

Le résultat fut bien mince au point de vue de la pratique, puisque en dépit des corrections imposées officiellement, nous lisons dans tous les auteurs des siècles suivants que des fautes subsistaient dans toutes les copies prétendûment authentiques, et qu'en ce qui regarde l'application de la théorie même, chacun l'enseignait à sa guise.

Toutes proportions gardées, la question du chant officiel était au IXe siècle ce qu'elle est actuellement. Rome désire l'adoption d'une liturgie chantée uniforme, et se heurte à des usages locaux séculaires dont les gardiens par routine, amour-propre ou ignorance ne veulent pas se dessaisir.

Quoi qu'il en soit, l'unité n'a jamais existé. La diffusion, quoique rapide officiellement, n'a pas porté les fruits que ses apôtres en espéraient.

Aribon le dit sans précautions oratoires : « *Quae consideratio* (celle du rythme authentique) *jamdudum obiit, imo sepulta est.* »

Saint Bernard le constate non sans ironie quelques siècles plus tard (1) : « *Licet enim in vitiis omnia fere conveniant ; in quibus tamen rationabiliter convenire possent, adeo disconveniunt, ut idem Antiphonarium nec duae canant provinciae.*

» *Mirum proinde videri potest quare majoris fuerunt auctoritatis atque communionis notitiae falsa quam vera, vitiosa quam sana.*

» *Ut enim de comprovincialibus loquar ecclesiis, sume Remense antiphonarium et confer illud Belvacensi vel Ambianensi seu Suessionensi antiphonarii, quod quasi ad januam habes. Si identitatem inveneris, age Deo gratias.* »

Notons en passant que Reims, Beauvais, Amiens, Soissons (et Metz dont S. Bernard ne parle pas ici) étaient les centres de culture intensive de la musique liturgique. Les écoles de cette contrée avaient toutes été ouvertes ou réformées dès l'époque de Charlemagne et par ses ordres. Qu'était-ce autre part ? On le devine aisément. L'éloignement de toute direction autorisée a toujours produit les mêmes effets.

Aussi n'est-il pas surprenant de voir Guy d'Arezzo s'efforcer d'étendre l'usage du système d'écriture sur lignes,

(1) *De Musica*, par. 11. Ed. Gaume, t 1, col. 1542.

pour enrayer, si faire se pouvait et avant qu'il fût trop tard, la perte de la mélodie elle-même, insuffisamment fixée par la notation neumatique pour ceux qui ne la connaissaient qu'imparfaitement et par simple tradition orale.

Ainsi nous avons, dès le XIe siècle, deux faits contemporains, certains, témoignant de la ruine du chant dès une époque antérieure, et nous montrant le chant grégorien sur le bord de l'abîme où il sombra dans le siècle suivant.

A quelle cause première peut-on logiquement imputer les premières atteintes portées au rythme matériel de l'art qui nous occupe ?

D'abord, et en tout premier lieu, à la difficulté d'exécution, au manque de moniteurs stylés, enfin à l'incapacité des vulgarisateurs satisfaits de leur situation acquise. Nous l'avons fait pressentir précédemment. Mais un autre élément de trouble avait surgi du néant, élément de trouble et de progrès tout à la fois. Nous voulons parler de l'*organum*. Essai timide d'une polyphonie dont nul ne soupçonnait les lois physiques, mais dont chacun pressentait la possibilité d'emploi.

L'*organum* était, à proprement parler, l'accompagnement de chaque note du chant par une autre note en harmonie avec celle-là. Les premiers essais donnèrent des résultats étranges. Les organistes n'ayant pas découvert le principe initial du rapport des sons entre eux dans une tonalité donnée, et aveuglés par un autre principe, faux celui-là, établi sur la loi des nombres, décrétèrent que *tel* intervalle, quarte ou quinte, étant la consonnance vraie, naturelle, on pouvait accompagner chaque note de la voix chantante par une autre note à distance de quarte ou de quinte.

Méthode empirique, s'il en fut, comme toute science positive en a connu à son origine.

Ce n'est pas tout d'ailleurs et l'erreur matérielle eût été vite reconnue, mais dans cette malheureuse question

un facteur redoutable était entré en jeu sous forme d'instruments de musique grossiers dont le maniement, difficile à cause de son imperfection mécanique, exigea pour rendre son intervention effective une atténuation générale du mouvement rythmique de l'œuvre musicale à accompagner. La déformation du rythme s'ensuivit fatalement et toutes les notes de la mélodie furent et durent être exécutées lentement, presque égales les unes aux autres, d'où l'appellation de *planus cantus* ou plain-chant, chant plan, s'imposa pour distinguer celui-ci du chant populaire rythmé allègrement.

Tel fut dès lors le chant liturgique du XIIe siècle ; il est resté tel jusqu'à nos jours.

Néanmoins cet état misérable devait être le point de départ d'une manifestation artistique réellement surprenante.

On se souvient que l'unité du rythme musical était le pied composé de 3, 4, 5 temps premiers et formant par leur réunion une formule rythmique pleine de mouvement. Chacune des notes de ces formules en perdant son rythme propre originel et devenant une note lourdement émise et soutenue aussi longuement que la note d'accompagnement l'exigeait pour se faire entendre elle-même, chacune de ces notes, disons-nous, devint la base d'une formule rythmique d'accompagnement vocal au fur et à mesure de la découverte des lois harmoniques qui régissent physiquement les rapports des sons.

Nous pouvons représenter à l'œil, et sous une forme saisissable pour tous, cette suite de transformations :

$$\text{pied rythmique} \quad \frac{\text{unité du rythme}}{\text{subdivisible en}}$$

$$\underbrace{\overset{\text{4 fractions dites « temps »}}{\overline{1/4 \quad 1/4 \quad 1/4 \quad 1/4}}}_{\text{de la durée totale de l'unité-type}}$$

Dans la suite, chacune de ces quatre (quarts) fractions devint une unité nouvelle

4 unités vocales

donc : — — — —

servant de base à
des formules rythmiques
d'accompagnement
ci :

unités-bases — — — —

notes d'accompagnement - - ou - - - ou - - - - ou - - - - -

Pour peu que l'on soit familiarisé avec les choses de la musique on remarquera, sans entrer plus à fond dans cette exposition spéciale : 1° que le système rythmique antique réapparaissait dans toute sa pureté ; 2° que notre système rythmique moderne dérive de cette aptitude à être subdivisée à l'infini que la formule rythmique, quelle qu'elle soit, possède intrinsèquement.

Il y a donc : rythme antique, déformation et annihilement du dit rythme, puis reconstitution du même rythme sur les ruines du précédent ; donc preuve évidente que l'humanité compte au nombre de ses besoins essentiels non pas *une* rythmique quelconque, mais *la* rythmique que le Créateur lui a imposée dès sa naissance, puisque malgré tout, elle y revient sans cesse comme poussée par une force suprahumaine.

Que l'on retienne bien ce fait, il est d'une importance capitale, en ce qu'il montre la « perpétuité » des exigences rythmiques humaines et principalement de l'absence des moyens d'expression en dehors d'un certain cercle de procédés matériels.

En effet, la mélodie était arrivée à son apogée dès la fin du VIIIe siècle environ. Les livres de chant l'avaient propagée aux confins de l'univers chrétien, mais en s'éloi-

gnant du centre de culture elle avait perdu une somme plus ou moins grande de certitude au regard de son exécution, comme la lumière devient moins intense à mesure que l'on s'éloigne du foyer qui lui donne naissance.

Le monde n'était pas alors en possession de moyens de prompte information, *à fortiori* de prompte vérification d'une parfaite conformité avec l'école-mère de la science musicale. Pour un manuscrit prototype, dix, vingt copies manuscrites surgissaient avec toute la légion inévitable d'erreurs matérielles qu'un semblable travail a toujours entraînées. Comment l'art authentique romain eût-il pu résister à une pareille coalition d'éléments destructeurs ?

Avant même qu'une saine doctrine ait eu le temps de s'implanter dans les pays de mission, l'*organum* exerçait ses ravages rythmiques au berceau de l'Art lui-même !

Que conclure de ces données éparses, mais certaines dans leurs détails, sinon que dans le chant liturgique, comme dans les usages liturgiques de chaque contrée, l'infiltration de la doctrine romaine ne fut jamais assez puissante pour submerger et anéantir l'état de choses préexistant ? Si, de nos jours, la liturgie romaine a supplanté les liturgies diocésaines — après des siècles de tentatives infructueuses — la liturgie chantée est encore réfractaire à l'unification, en France du moins.

Mais, ne nous éloignons pas de notre étude et formulons un résumé général de tout ce qui précède.

CONCLUSION

Les historiens de la musique ont creusé un fossé profond entre l'art grec antique et l'art du moyen âge. Comment n'ont-ils pas cherché, ne fût-ce que par curiosité, à savoir ce qui gisait au fond de ce fossé ? Indifférence ou manque de courage, c'est tout un. Il est plus à la portée de chacun de se contenter d'idées reçues

sur les sujets les plus graves, même si elles sont erronées.

Nous avons eu cette curiosité, et, certes, nous pouvons dire en toute sincérité que si, au début de notre entreprise, le fond de l'abîme nous apparut d'une noirceur à dérober à notre vue la place où poser le pied pour tenter d'y atteindre, nos yeux s'habituèrent bien vite à cette quasi-obscurité.

Ayant toujours présent à la pensée cet axiome : « Rien ne se crée, rien ne se perd », et croyant fermement que l'homme n'est qu'un metteur en œuvre, nous avons considéré en musicien l'art grec antique et l'art du moyen âge, comme un ingénieur considèrerait deux falaises abruptes séparées par un gouffre au-dessus duquel il lui est imposé de jeter un pont. Commençant les travaux d'approche sur les deux rives, il poussera chaque tronçon dans le vide jusqu'à leur rencontre.

Il nous a paru que le même procédé pouvait être employé pour relier l'art antique à l'art anté-palestrinien, séparés par un abîme de dix siècles.

Après avoir étudié les théories musicales de ce millénaire, et cherché leur application sans violence dans les manuscrits de la même période, nous avons été frappé de l'étroite parenté qu'elles conservaient aussi bien avec l'un qu'avec l'autre. L'abîme s'est trouvé comblé entre ces deux manifestations. Le pont n'avait plus de raison d'être. Le niveau était rétabli et la route aplanie.

A quelque époque que nous nous arrêtions dans l'investigation du passé musical des générations disparues et soit que nous portions nos regards en avant ou en arrière, nous voyons que la chaîne des transformations de l'art musical n'offrait aucune solution de continuité, aucune trace de rupture.

L'art moderne ne s'explique que par l'art palestrinien et celui-ci ne peut s'expliquer que par la ruine momentanée du chant grégorien. Le chant grégorien à son tour

ne peut s'expliquer que par la théorie qui l'a précédé dans l'antiquité. Inversement, chaque étape de l'art prépare l'étape suivante. La fusion est parfaite et l'alliage indécomposable.

Le chant grégorien était donc de la musique véritable et le plain-chant n'en fut qu'un état misérable et passager, une sorte de chrysalide qui, une fois les temps révolus, devait se révéler sous une forme nouvelle.

Mai 1901.

G. Houdard.

L'OBSERVATION

DE LA

COURONNE SOLAIRE

durant les dernières éclipses

La couronne est une des manifestations les plus mystérieuses de l'activité solaire. Plus que jamais elle a été étudiée durant ces dernières années, avec des alternatives de succès et de revers ; et les recherches dont elle fait l'objet, loin de n'être actuellement suivies que par quelques rares initiés, trouvent, depuis un an surtout, un écho de plus en plus retentissant dans le grand public. La cause de ce regain de popularité n'est pas malaisée à découvrir ; l'éclipse totale de l'an dernier promenait sa bande de totalité dans des régions d'un accès extrêmement aisé : de là, le 28 mai 1900, une affluence extraordinaire d'astronomes et de curieux échelonnés sur son parcours à travers la péninsule ibérique tout entière. On sait d'ailleurs comment des services maritimes spéciaux avaient débarqué leur flot d'observateurs improvisés sur les plages d'Ovar et d'Alicante ; comment même des croisières scientifiques avaient calculé leur itinéraire de manière à rencontrer, à point nommé, l'ombre lunaire. Tout cela a mieux servi la vulgarisation des idées scientifiques, que ne l'eussent fait bien des articles et des conférences.

Depuis lors, une autre éclipse totale, la première du siècle qui s'ouvre, est venue solliciter à nouveau sinon l'intérêt des curieux, du moins l'activité des observateurs de profession. Cette fois les conditions géographiques étaient moins bonnes, et les régions auxquelles il fallait accéder plus voisines de nos antipodes que de nous ; mais la durée de totalité était exceptionnelle. L'Ile Maurice, la Réunion, Sumatra, Bornéo, Célèbes eurent leurs postes astronomiques, mieux outillés que jamais. Des résultats commencent à nous arriver, et le lecteur qui, de près ou de loin, suit le progrès des études solaires, les rencontrera au fur et à mesure de leur publication soit dans les périodiques spéciaux soit dans les revues de vulgarisation. C'est pour lui en faciliter l'intelligence, que nous réunissons ici en un aperçu rapide les observations principales faites ou projetées, ces dernières années, touchant la couronne. Toutefois qu'il veuille bien ne pas s'y méprendre : nous lui présentons des recherches *ébauchées*, des sujets se partageant la sagace et inlassable patience des chercheurs, pas autre chose. C'est un programme d'études bien plus qu'une moisson de résultats ; un plan de campagne, non un bulletin de victoire. Au demeurant, aujourd'hui comme autrefois, bien que l'aveu en puisse sembler un peu décourageant, « la couronne reste pour nous très mystérieuse, et, à son endroit, les points d'interrogation se dressent de tous côtés » (1).

Rappelons d'abord brièvement ce qu'on entend au juste par *couronne solaire*. L'astronome américain Young, un de ses premiers observateurs assidus, la décrit ainsi :

« Lorsque pendant la totalité, le ciel est clair, la lune paraît presque noire comme de l'encre et suffisamment éclairée sur les bords pour faire ressortir d'une manière frappante sa rotondité. Elle n'a pas l'apparence d'un écran plat mais celle d'une grosse boule noire, ce qu'elle est en

(1) Deslandres, BULL. ASTRON., avril 1901.

réalité. Derrière elle jaillissent de tous côtés des filaments brillants, des rayons et des nappes de lumière perlée qui atteignent quelquefois à une distance de plusieurs degrés de la surface solaire, et qui forment un halo radié irrégulier dont le globe noir de la lune paraît occuper le centre. La partie la plus rapprochée du soleil est éblouissante de clarté, quoiqu'elle soit encore moins brillante que les proéminences qui flamboient au milieu de la couronne comme des escarboucles. Généralement la hauteur de cette couronne *intérieure* est assez uniforme : elle forme un cercle de trois ou quatre minutes d'arc, séparé par une ligne assez bien définie de la couronne *extérieure* qui s'étend à une beaucoup plus grande distance et dont la forme est beaucoup plus irrégulière. Ordinairement on voit plusieurs fissures comme on les a appelées, semblables à d'étroits rayons obscurs qui s'étendent depuis le bord du soleil jusqu'à la nuit extérieure,... mais souvent les bords de ces fissures sont recourbés, ce qui montre que ce sont autre chose que des ombres réelles. Parfois on voit des jets longs et étroits, aussi longs que ces fissures ou même plus longs. — Ces jets sont souvent inclinés, quelquefois même ils sont presque tangents à la surface du soleil. Souvent ils sont recourbés. En somme la couronne est généralement moins étendue et moins brillante vers les pôles du soleil, et on distingue facilement une tendance à s'accumuler au-dessus des latitudes moyennes ou des zones de taches. De sorte que, à première vue, la couronne paraît avoir une tendance à prendre la forme d'un quadrilatère ou d'une étoile à quatre rayons ; cependant dans presque tous les cas particuliers cette forme est beaucoup modifiée par les jets anormaux qui s'élancent en un point ou en un autre (1) ».

Cette description succincte aura suffi à rappeler au lecteur la distinction bien connue entre couronne *extérieure*

(1) Young, *Le Soleil*, p. 173.

et couronne *intérieure*, ainsi que les constituants principaux de l'édifice solaire : la *chromosphère* d'où jaillissent les flammes roses ou blanches nommées *protubérances*, puis, à la base même de cette chromosphère — et servant de limite entre elle et la *photosphère* — une région bien énigmatique encore à laquelle on attribue le renversement des raies de Fraünhofer : c'est la *couche absorbante ou renversante* (reversing layer). Les questions relatives à cette couche sont au nombre des plus difficiles — et des plus controversées — de la physique, ou mieux de la *chimie* solaire. Nous les écarterons absolument ; elles n'ont qu'un rapport éloigné avec notre sujet.

Quant aux conditions exigées pour l'observation du brillant phénomène dont nous nous occupons, elles sont hélas ! aujourd'hui, ce qu'elles étaient au temps d'Arago, ce qu'elles étaient au temps de Cassini et au siècle d'Hipparque. Rien jusqu'ici n'est parvenu à en réduire le nombre. Pour nous, comme pour Kepler, qui s'en plaignait déjà, « les éclipses de soleil, et elles seules, sont en ce point les *pédagogues* des astronomes ». C'est dire qu'il faut observer durant la totalité, sur le trajet du cône d'ombre lunaire et dans de bonnes conditions atmosphériques, trois conditions dont la première signifie : cent minutes au plus par siècle ; et dont la deuxième implique des déplacements, en général fort dispendieux, d'observateurs et d'instruments. Pour la troisième, elle représente une part d'aléa impossible à prévoir : en 1889 le temps se montrait couvert en pleine Afrique centrale ; en 1896 le soleil resplendissait glorieux sur les glaces de la Nouvelle-Zemble. Les statistiques météorologiques, quelque respect qu'on leur doive, ne parviendront pas de si tôt à pallier cet inconvénient. Nous venons d'en avoir un exemple qui fera époque : l'éclipse dernière a été observée dans des conditions relativement excellentes à Padang Pandjang, région de Sumatra regardée comme la plus pluvieuse et la plus nébuleuse de l'île entière. Au contraire, les observateurs

de Solok, point qui se recommandait par des conditions climatériques excellentes, se sont trouvés en face d'un insuccès presque complet.

En viendra-t-on à observer la couronne en dehors des temps d'éclipse, c'est-à-dire à s'affranchir à la fois de deux des conditions ci-dessus ? La chose est probable et, nous le verrons plus loin, quelques premiers résultats sont obtenus ; malgré leur extrême imperfection, ils font bien augurer de l'avenir (1). Si cela était, l'étude de l'atmosphère solaire recevrait une impulsion plus puissante encore que celle éprouvée par l'analyse de la chromosphère, lorsque, en 1871, MM. Janssen et Lockyer inaugurèrent leur observation spectroscopique ininterrompue. En attendant cette ère nouvelle les astrophysiciens n'ont qu'à se plier avec la meilleure grâce possible aux circonstances de temps et de lieu dans lesquelles il plaît à Dame Nature de livrer ses secrets ; et c'est ce à quoi ils n'ont eu garde de manquer, ces dernières années surtout.

1. — PHOTOGRAPHIE DE LA COURONNE. SA STRUCTURE GÉNÉRALE

Le soleil éclipsé a eu l'honneur de servir de point de mire à un nombre considérable d'appareils destinés à la photographie des régions qui sont immédiatement contiguës à sa photosphère : parmi ceux-ci les uns, et c'est le plus grand nombre, travaillaient à obtenir des reproductions fidèles de la couronne, les autres visaient moins cet appendice lui-même que les objets célestes qui pouvaient s'en trouver optiquement rapprochés : planètes intra-mer-

(1) M. Riccò directeur de l'Observatoire de Catane a donné dans le BULL. DE LA SOC. BELGE D'ASTRONOMIE (février 1898), un historique des premières recherches faites dans cette direction. Voir aussi les essais de M. David E. Packer au moyen de la lumière noire (ENGLISH MECHANIC, 1897 ; — CIEL ET TERRE, t. XVI, p. 587), etc.

curielles, comètes circulant dans le voisinage immédiat du disque, étoiles à reconnaître à travers les jets de la haute atmosphère coronale.

Ces dernières recherches sortant de notre cadre, nous ne nous y arrêterons pas. Remarquons seulement en passant l'insuccès complet des recherches systématiques faites jusqu'ici dans le but de découvrir l'insaisissable Vulcain, ou à son défaut l'anneau d'astéroïdes qu'ont fait soupçonner les inégalités du mouvement de Mercure. Seules quelques comètes minuscules ont été enregistrées ; souvent même la trace laissée sur le cliché par ces objets peu lumineux a été faible au point de rendre impossible le discernement certain entre l'image d'un corps céleste et les défauts de la couche gélatineuse : aussi tend-on à faire travailler les chambres noires par groupes de deux.

Semblable insuccès paraît avoir répondu jusqu'ici aux efforts faits pour photographier à travers la couronne quelque brillante étoile de la ceinture zodiacale. On s'attendait cependant à voir l'atmosphère solaire se comporter à cet égard comme les queues des comètes ; quoi de plus naturel, à première vue du moins, que d'assimiler à la matière cométaire ce milieu coronal raréfié à l'excès — « vraie substance à faire des rêves » comme l'appelle Young ? La transparence des queues de comètes est connue : constater celle des jets coronaux eût été chose intéressante à plus d'un titre. Déjà en 1883, Tacchini avait entrevu dans ces panaches les raies des hydrocarbures ; son observation avait exigé une dispersion considérable, et n'avait guère été répétée (1). Mais c'était un premier pas intéressant ; matière cométaire et matière coronale semblaient d'ailleurs l'une et l'autre obéir à une même action répulsive émanée du soleil. MM. Faye et Brédikhine ont approfondi cette analogie.

Quoi qu'il en soit, le but principal poursuivi par la

(1) Le P. Perry S. J. s'était spécialement proposé cette vérification aux petites Antilles, en 1886.

photographie des éclipses n'est pas là. Il consiste dans la reproduction de la forme générale et de la structure intime de la gloire solaire.

Le problème est complexe, car il s'agit d'obtenir la reproduction détaillée d'un objet de luminosité extrêmement différente dans ses différentes parties : la couronne intérieure voisine de la chromosphère est éblouissante ; la couronne extérieure lance au loin des jets d'intensité lumineuse décroissante et fort peu actinique qui finissent par se confondre à peu près avec le fond demi-éclairé du ciel. Cet état de choses fait de la couronne, prise dans son ensemble, un phénomène que la photographie *seule* est encore impuissante à reproduire fidèlement : contrairement à ce qui se pratique tous les jours dans nombre de sciences, et même en astronomie, c'est ici l'œil qui doit venir au secours de la plaque ; sans lui rien ne fixerait ces jets effilés qui forment l'une des parties les plus caractéristiques de l'auréole solaire. Mais pour les saisir dans toute leur extension l'œil lui-même doit s'entourer de précautions : dix minutes avant la totalité l'observateur se bandera les yeux ; le bandeau ne tombera que lorsque l'astronome préposé aux contacts signalera la disparition du dernier croissant de photosphère. Comme la couronne intérieure et les protubérances brillent d'un éclat très vif qui pourrait offusquer la vue, rendue sensible par cette préparation, de grands disques-écrans ont été dressés entre l'observateur et le soleil. Placés à l'extrémité de hampes verticales, leur position et leur distance sont calculées de manière que l'œil n'ait qu'à glisser le long d'une règle disposée *ad hoc*, pour que le disque lui paraisse éclipser l'éclipse elle-même, dans ses régions trop éclairées, soit jusqu'à 3′ ou 5′ du limbe lunaire. Ainsi préparé et protégé, un dessinateur exercé reproduira facilement les jets et autres appendices coronaux jusqu'à une distance égale à quatre diamètres solaires. Cette méthode très simple a été introduite par Newcomb en 1878 ; elle

est aujourd'hui de pratique courante, là surtout où on dispose pour ces observations d'un personnel considérable.

S'il n'est pas encore possible d'affranchir entièrement la reproduction de la couronne de tout facteur *personnel*, il n'en reste pas moins souhaitable qu'on demande à la photographie tout ce qu'elle est actuellement susceptible de fournir à cette fin. Au nombre des meilleures recherches de cette nature se rangent celles que fit en 1893 M. de la Baume Pluvinel sur *l'action photographique*. On désigne en général par *action photographique* la cause qui détermine l'opacité plus ou moins grande acquise par le cliché après un développement normal ». Désignons par A le nombre qui la mesure ; sa valeur est donnée par la formule

$$A = I.100 \frac{a^2}{f^2} t$$

où I représente l'éclat intrinsèque de l'objet à reproduire, a l'ouverture libre de l'objectif, f sa distance focale, t la durée de l'action en secondes.

La photométrie photographique permettait de prévoir l'existence d'un maximum d'action utile, sans toutefois donner la valeur absolue de ce maximum ; pour le déterminer il fallait attendre une éclipse et faire appel à l'expérience. M. de la Baume fit donc construire une grande chambre noire partagée en neuf compartiments munis chacun d'un objectif spécial ; la distance focale commune des objectifs était de 1^m52 ; leurs ouvertures variaient de 5^{mm} à 155^{mm}. Le temps de pose ayant été pour les neuf appareils ainsi mis en action de 3^m50^s (à peu près le temps entier de la totalité de 1893), la valeur de l'expression $100 \frac{a^2}{f^2} t$ a varié de 0,24 à 250, c'est-à-dire dans la proportion d'un à mille.

Il résulte de cet essai qu'à Joal (Sénégal) où il a été tenté, il n'y avait nul avantage à faire appel à une action photographique supérieure à 4. Au Brésil, où M. Taylor

poursuivait un essai analogue, les résultats ont été sensiblement concordants : une action photographique supérieure à 10 eût été inutile.

Pour obtenir pareille impression en utilisant les équatoriaux employés à la Carte du ciel, type bien connu dans lequel le rapport $\frac{a}{f}$ est de $\frac{1}{10}$, il suffirait donc, d'après la formule ci-dessus, d'une pose de 10 secondes. Ces chiffres peuvent, comme première approximation, être utilisés pour d'autres éclipses à condition de les majorer si l'illumination du ciel est très intense, de les diminuer dans le cas contraire. — Une application rationnelle de ces principes et de données actinométriques précédemment recueillies a conduit M. C. Burckhalter à combiner une chambre noire à écrans tournants. Le dispositif est facile à concevoir : les différentes *parties* de l'image y reçoivent d'une manière automatique les poses qui leur conviennent et l'effet obtenu est celui que produirait un écran de rayon variable centré sur le soleil. Cet appareil a donné d'excellentes épreuves en 1900.

Au lieu de faire varier l'action photographique, on peut aussi dans le but d'obtenir de bonnes reproductions, *choisir* la longueur d'onde des radiations agissantes. C'est ainsi que M. Deslandres s'est trouvé amené à photographier la couronne en lumière colorée par l'interposition de lames solides ou liquides. Les astronomes américains ont recouru avec succès à une solution d'acide picrique et de chlorure de cuivre : mélange qui supprime d'une manière absolue les radiations bleues tout en se montrant complètement transparent aux ondulations du jaune et du vert. Les images obtenues à travers ces écrans, vrais filtres à lumière, *light filters*, gagnent en définition et, de plus, reproduisent la couronne jusqu'à des distances déjà considérables du limbe. En affaiblissant les radiations bleues émanées du ciel, l'écran accentue le contraste entre l'objet lumineux à reproduire et le fond sur lequel celui-ci se détache. Les éclipses à

totalité prolongée possèdent à cet égard un double avantage : non seulement le temps de pose s'y allonge, mais leur durée même rend beaucoup moindre l'illumination du *fond*. Signalons encore, en passant, un procédé photographique nouveau, la méthode Nipher. Il utilise les poses exagérées accidentellement ou intentionnellement et a fourni de premiers résultats dignes d'attention (1).

Nous venons de parler des reproductions destinées à donner l'aspect d'ensemble de la couronne, plus particulièrement l'aspect de ses parties extérieures : ce sont les photographies *à petite échelle*, dénomination actuellement reçue et s'expliquant d'elle-même. Les photographies *à grande échelle* permettent d'analyser par le menu la structure intime et les divisions de l'auréole, comme aussi d'étudier s'il y a lieu ses relations avec les parties adjacentes de la chromosphère.

Les premières ont perdu aujourd'hui de leur intérêt, mais elles l'ont perdu à la manière d'une onde lumineuse qui perd son énergie vibratoire en burinant une image utile et durable sur la plaque sensible. En effet, une loi bien nette s'est dégagée de l'étude de ces photographies à petite échelle : celle de la *variation périodique undécennale* (2). Il est dorénavant acquis que la variation de forme de la couronne est liée à celle bien connue de l'activité solaire ; aux époques où cette activité est maximum, en 1893 par exemple, la matière coronale se montre répartie d'une manière uniforme autour du disque solaire ; c'est alors une auréole, une gloire, dans toute l'acception du mot. Elle est irrégulière au contraire, très riche en extensions équatoriales, mais pauvre en jets polaires, aux approches

(1) NATURE, de Londres, 1900 ; 31 janv. 1901.

(2) D'après une étude publiée par M. Simon Newcomb dans l'ASTROPHYSICAL JOURNAL, les statistiques les plus récentes conduisent à admettre pour cette période une valeur moyenne de 11,152 années. — Le prochain maximum aura lieu en 1904,91 ; le prochain minimum en 1911,42.

des minima. Les couronnes de 1898, de 1900 et de 1901, époques de minima, ont été à ce dernier point de vue aussi caractéristiques que possible. La périodicité se traduit d'ailleurs avec la même netteté dans les recherches spectroscopiques, par la richesse du spectre et la hauteur (distance au limbe) plus ou moins grande à laquelle la constatation des principales raies peut se faire.

Quelle est la cause de cette puissante variation périodique non seulement dans l'éclat et la forme de l'atmosphère solaire, mais dans l'économie entière de notre luminaire central, variation qui le rapproche singulièrement des étoiles variables ? C'est là une des énigmes les plus intéressantes de l'astronomie. Signalons en passant, parmi les essais de réponse déjà présentés, l'hypothèse des *marées coronales*. Certaines planètes « tant par l'entraînement mécanique des gaz de la couronne » dû à leur attraction, que par « l'influence de leurs réactions électrodynamiques » (1) produiraient sur l'atmosphère solaire des effets assimilables à ceux que le Soleil, et surtout la Lune, produisent sur les fluides terrestres. Les planètes en question seraient principalement Jupiter et Saturne dont les conjonctions et les oppositions expliqueraient jusqu'à un certain point la période undécennale et, par surcroît, la longue période de 55 ans qu'on a reconnue à la variation des taches solaires. L'hypothèse a des côtés séduisants, mais elle soulève bien des difficultés. En particulier, un « entraînement des gaz de la couronne dû à l'attraction » semble difficile à concilier avec la manière dont le globe solaire lui-même se comporte par rapport à son atmosphère. Au spectroscope, les raies de la couronne ne se montrent pas plus larges à la base qu'au sommet : la *densité* du milieu coronal ne varie donc pas sensiblement avec l'altitude, et, par suite, la *gravité* due à l'attraction

(1) Souleyre, *L'activité électrique de la couronne solaire*. REVUE SCIENTIFIQUE, 11 nov. 1899.

solaire ne paraît pas agir sur elle de façon appréciable. Que s'il en est ainsi, comment Jupiter et Saturne, doublement disqualifiés à cet égard par une masse moindre et un éloignement énorme, auraient-ils sur la couronne des actions non seulement perceptibles mais capables de déterminer la « pulsation » de tout le système solaire ?

Quant aux épreuves photographiques *à grande échelle* l'intérêt qu'elles excitent va croissant, et, par une inévitable corrélation, la perfection et la puissance des appareils consacrés à leur obtention suit sensiblement la même progression. Dès 1898 le Dr Copeland d'Édimbourg utilisait un télescope photographique de 40 pieds. Des appareils soit réfracteurs soit réflecteurs de distance focale encore supérieure ont été utilisés depuis par les missions de Yerkes et de la *Smithsonian Institution*. A Wadesborow (Caroline), par exemple, une magnifique série d'épreuves a été obtenue l'an dernier grâce à l'emploi d'un instrument extraordinairement puissant possédant une lentille achromatique de 12 pouces, et d'une longueur focale de 135 pieds. Les images obtenues donnent 37 centimètres de diamètre au disque lunaire : la couronne moyenne y abonde en détails. A Sumatra le ciel couvert de Solok a seul empêché le travail du grand coronagraphe du 61 $^1/_2$ pieds, installé par M. Barnard. C'est là un des échecs les plus regrettables que l'éclipse dernière ait ménagés à ses observateurs. M. Dyson, dans l'île de Auer Gedang, bien que gêné par la présence de légers cirrhus, a pu obtenir des photographies satisfaisantes. D'autres observations à Sumatra et à l'île Maurice ont complètement réussi.

Une dernière voie récemment ouverte dans les études de photographie coronale est celle de la reconstitution stéréoscopique et cinématographique. Le *relief* de la couronne serait évidemment une donnée d'un grand prix. Récemment on a obtenu, et dans d'excellentes conditions, le

relief du sol *lunaire* en mettant à profit la libration de notre satellite. La couronne n'est pas sujette à cette libration, mais, nous le verrons tantôt, elle *tourne* ; et cette rotation amène dans ses divers éléments des raccourcis semblables à ceux que produirait une libration. L'idée d'en tirer parti, se présente naturellement : elle a peut-être été rencontrée dès 1871 par lord Lindsay (1). Si cette rotation n'était pas assez rapide, vu le temps limité durant lequel le cône d'ombre atteint la terre, il resterait la ressource d'essayer la photographie en conditions identiques mais dans des postes distants, de manière à produire un bon effet de parallaxe. A vrai dire, l'observation oculaire n'a jusqu'ici relevé aucune divergence de cette nature. Polostk et Possiet sont distants de 10 000 kilomètres : observée en ces deux stations, la couronne de 1887 a paru identique à elle-même (2). Peut-être cependant l'œil photographique réussira-t-il à saisir de petites discordances susceptibles d'amener le relief; l'expérience tentée en 1893 dans les postes conjugués du Brésil et du Sénégal, a échoué par suite des conditions atmosphériques. Elle a été reprise en 1900, croyons-nous, et dans des conditions meilleures.

Les cinématographes ont été employés jusqu'ici durant les éclipses dans trois directions principales : on leur a successivement fait enregistrer les déplacements lents constatés quelquefois dans les grands rayons coronaux ; puis, la marche rapide et encore inexpliquée des franges précédant et suivant le cône d'ombre ; enfin les variations spectrales, du moins celles de la chromosphère. Nous ne savons si la première de ces trois expériences a donné de bons résultats : les deux dernières ont convenablement réussi en mai 1900.

L'insistance que l'on met à vouloir surprendre la structure intime et très complexe de la couronne étonnera

(1) Voir Secchi, *le Soleil*, I. p. 345.

(2) Ciel et Terre, t. IX, p. 505, d'après le Journal de la Soc. Russe de Physique et de Chimie.

moins si l'on songe, que, seules les photographies détaillées reproduisant fidèlement les rayons, les crevasses polaires, les fissures, les aigrettes filamenteuses, les « pétales de dahlia », les appendices de toute nature dont elle se compose, ont quelque chance de se prêter à des mesures précises, et, par là, d'étayer ou de ruiner les diverses théories tendant à synthétiser les phénomènes solaires. Et on sait si ces théories sont nombreuses! (1) Théorie météorique (Lockyer, Schuster), théorie diffractive (Hastings), théorie éruptive (Schœberlé), théorie magnétique (Frank Bigelow), théorie électrique (Huggins, Hermann, Ebert), théorie du rayonnement thermique (Scheiner), hypothèse des rayons cathodiques (Deslandres) et des projections d'éther (De Heen) : ce sont les principales d'entre elles. Nous ne pouvons évidemment les discuter ici, leur seul exposé nous entraînerait beaucoup trop loin. Aussi bien, espérons-nous revenir prochainement sur ce sujet. Les tentatives de plus en plus nombreuses touchant le « système électro-dynamique du monde » le rendent à la fois intéressant et plein d'actualité.

2. — Rotation de la couronne

La couronne est-elle immobile par rapport au soleil ou se trouve-t-elle douée comme lui d'un mouvement de rotation? Si elle tourne, est-ce autour d'un axe se confondant avec celui de la rotation solaire? Sa vitesse angulaire est-elle constante, ou bien varie-t-elle avec la distance au centre et la latitude, comme c'est le cas pour les couches superficielles de la photosphère? Autant de questions qui semblent n'avoir été abordées que durant ces dernières années. Et cependant c'est là un chapitre de la physique

(1) Voir V. de Campigneulles, S. J. — *Observations taken at Dumraon*, ch. III; — Mascart, Revue générale des Sciences, 30 mars 1901.

solaire aussi capable que le précédent de faire progresser nos connaissances générales, en élaguant certaines *théories* de la couronne qui seraient incompatibles avec les faits. C'est ainsi, pour nous borner à ces exemples, que la théorie attribuant la couronne extérieure à des *essaims de météores* circulant autour du soleil, lui suppose une vitesse angulaire supérieure à celle du disque : celle qui explique l'auréole par des éruptions volcaniques de la photosphère implique l'hypothèse opposée.

La lunette astronomique, évidemment, était peu faite pour donner réponse aux questions ci-dessus. La méthode spectrale, au contraire, semblait promettre une solution, et, de fait, elle est en passe de nous la fournir. Quoi de plus naturel que de recourir au principe Doppler-Fizeau, dont une des plus belles vérifications, on le sait, a été la mesure de la rotation solaire par le déplacement des raies spectrales?

Mais ici, dès le début, une grave difficulté se présentait, résultant de la transparence au moins imparfaite de la couronne. Supposons, en effet, que nous formions sur une fente de spectroscope l'image d'une masse transparente en rotation, masse dont tout point, par hypothèse, émet des radiations. Qu'arrivera-t-il ? Un phénomène bien embarrassant : la lumière de chaque partie de l'image sera *composée* et égale à la somme des lumières reçues de tous les points situés sur un même rayon visuel. En effet, soit (fig. 1) M cette masse coupée équatorialement par le plan du papier, O la projection de l'axe de rotation, A un point quelconque pris dans le plan équatorial : la radiation envoyée par A dans la direction AF de la fente du spectroscope, se superpose à celle envoyée suivant la même direction AF, par les points B, C... et les autres points que rencontre FA prolongé. Dès lors, comment s'y reconnaître et à quoi rapporter les déplacements de raies spectrales fournis par une telle image? Il semble qu'on

arrive à une grosse difficulté : un petit théorème de géomètre va suffire à la faire évanouir.

Soit A un point quelconque de la masse (sphérique ou non) ; ρ la distance AO de ce point au centre ; ω sa vitesse angulaire, qui sera d'ailleurs la même en tous les points, si la masse tourne *d'une pièce* ; α l'angle de AF avec la tangente en A ; d la perpendiculaire abaissée de O sur AF.

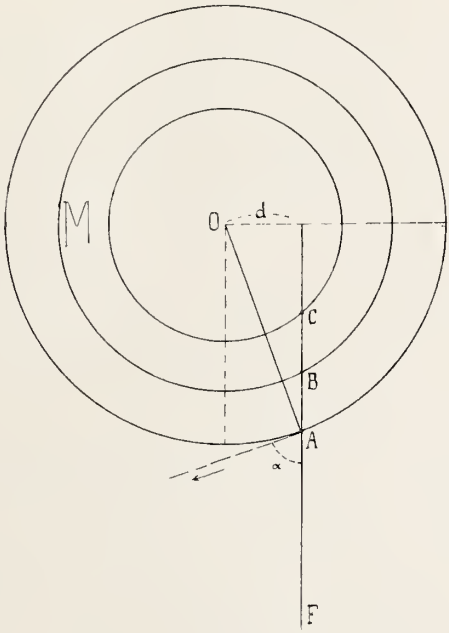


Fig. 1.

De là, pour la vitesse linéaire du point A, l'expression

$$v = \omega\rho$$

qui a comme composante suivant le rayon visuel (vitesse *radiale*)

$$v' = \omega\rho \cos \alpha$$

Comme d'autre part on a $d = \rho \cos \alpha$, la vitesse radiale se réduit à une constante

$$v' = \omega d$$

et se trouve par suite *indépendante du rayon de gyration.*

Ainsi donc, dans ce cas, malgré la diversité des vitesses *linéaires* de A, B, C,... la vitesse *radiale* de tous ces points est rigoureusement la même. Par conséquent, leur action spectrale, elle aussi, sera la même, et, que la masse soit transparente ou non, les raies n'en seront ni moins déplacées, ni moins fines.

Ce n'est pas tout. Si au lieu d'être constante la vitesse angulaire de la masse croît ou décroît avec la distance du point étudié au centre, la raie — chaque raie — étudiée avec une dispersion suffisante, se trouvera par le fait des variations de vitesse estompée soit sur un bord soit sur l'autre, d'après le sens de la variation. « Le simple aspect de la raie permet donc de déceler le régime particulier de vitesse dans les couches successives, et d'autre part, son déplacement fournit la vitesse en valeur absolue (1). » Assurément voilà un cas complexe que le spectroscope débrouille tout à son honneur.

En 1893 M. Deslandres, l'initiateur de ces recherches, obtint à Fundium (Sénégal) une première détermination du mouvement de la couronne dans les parties avoisinant son équateur ; il employait un spectroscope à trois prismes attaché à un six-pouces, et les raies sur lesquelles portait l'expérience étaient les raies H et K du calcium. Ces raies ont le précieux avantage d'être de leur nature nettes et bien actiniques : elles ont un désavantage plus grand encore : celui de ne se montrer dans le spectre coronal, si toutefois elles en font partie, que d'une manière irrégulière, même aux époques d'activité maxima, et toujours à une faible hauteur des bords.

M. Dunér, dans ses mesures relatives à la rotation du disque solaire, mesurait le déplacement en prenant comme

(1) Deslandres, ANNALES DU BUREAU DES LONG., t. V.

repère les raies telluriques. Les raies telluriques faisant défaut dans la région de H et K, M. Deslandres fut conduit à choisir une méthode *différentielle* consistant à juxtaposer les spectres de deux points opposés de l'équateur coronal. Dans ces conditions le spectre terrestre devenait inutile, et le déplacement était deux fois plus grand ; par contre, pour chaque spectre le temps de pose pouvait être au plus égal à la moitié de la durée de totalité. On obtint ainsi pour la différence des vitesses $6^{km},8 \pm 1^{km},2$ soit une vitesse de rotation d'environ $3^{km},4$ par seconde ; les raies étaient nettes et nullement estompées. Cette vitesse est un peu supérieure à celle des zones équatoriales de la photosphère : le chiffre le plus récent relativement à cette dernière est de $2^{km},054$; il a été donné, il y a quelques mois, par M. Schulz-Steinheil d'après les mesures de Dunér.

Les résultats obtenus à Fundium ont prêté flanc à une critique que nous insinuions plus haut : il n'est rien moins que démontré que le spectre *coronal* de 1893 ait contenu les raies H et K, alors qu'en 1896 leur absence a été démontrée par les prismes objectifs travaillant à la Nouvelle-Zemble (clichés Shackleton). Les spectroscopes *à fente* dont se servait M. Deslandres auraient donc enregistré un pur effet de diffusion, produit par notre atmosphère sur des radiations de source *chromosphérique*, effet analogue à celui qui auréole les flammes en temps de brouillard. Et c'est là, pour le dire en passant, une inappréciable supériorité du dispositif spectroscopique aujourd'hui en faveur sur l'instrument ancien : car la « prismatic camera », à l'encontre du spectroscope à fente, est totalement affranchie de cette influence traîtresse de notre atmosphère : fatalement elle reporte les radiations produites aux seuls points de l'image d'où elles émanent.

L'objection ci-dessus a été soulevée dès 1893, notamment par M. Evershed, qui, par une juste déduction de ses prémisses, s'est demandé si les résultats obtenus prou-

vaient autre chose que la rotation de la chromosphère (1). Dans sa réponse M. Deslandres remarque que les raies H et K ont été parfois visibles jusqu'à de grandes hauteurs, en 1886 par exemple ; et cependant, précisément alors, il était impossible de les constater en visant le globe noir de la lune ; ce fait est suggestif : car c'est bien dans les régions centrales du disque lunaire que la diffusion dont il s'agit devrait atteindre son maximum d'effet à cause de la proximité, dans tous les azimuts, du cercle chromosphérique.

Cette discussion intéressante devait recevoir bientôt sinon un élément permettant de trancher le débat, du moins un document nouveau. Il vint des Indes. M. Campbell, aujourd'hui directeur de l'observatoire Lick, s'était proposé de reprendre l'expérience de Fundium, mais en faisant appel cette fois à la raie verte caractéristique de la couronne, non aux raies du calcium. La confirmation des *résultats* de 1893 fut éclatante : on trouva $3^{km},1$ pour la vitesse de rotation dans la couronne équatoriale.

Un fait plus digne peut-être d'intérêt que ces déterminations elles-mêmes fut l'inauguration du procédé qu'on leur appliqua. La méthode de l'*inclinaison* des raies spectrales, semble en effet ne dater que de l'éclipse de Fundium et avoir été imaginée alors par M. Deslandres. Depuis, elle est entrée dans la pratique courante des observatoires et a été appliquée avec le plus grand succès aux disques planétaires. Dans cette manière nouvelle de mettre à profit le principe Doppler-Fizeau, on ne mesure plus à proprement parler de déplacement des raies, mais on reçoit sur la fente collimatrice du système dispersif l'image d'une bande parallèle à l'équateur de l'astre en rotation. La déformation produite, du chef de cette rotation, dans le spectre photographié, est facile à imaginer : supposons, en effet, en nous rapportant à la figure schématique

(1) Evershed. Lettre au directeur du périodique NATURE, 1895.

ci-jointe (fig. 2), que la fente collimatrice FF' découpe sur l'image I de la planète la bande AB en coïncidence avec la zone équatoriale. Les points A et B de la planète, animés de vitesses égales et de signe contraire, déplaceront les extrémités a et b de chaque raie dans des directions opposées en $\alpha_1\beta_1$ — $\alpha_2\beta_2$ — $\alpha_3\beta_3$. Les points des raies correspondant à des régions équatoriales comprises entre A et B auront des déplacements intermédiaires, et, si l'astre reste à distance constante de nous, le point C n'ayant pas de vitesse radiale ne produira aucun déplacement. Il en

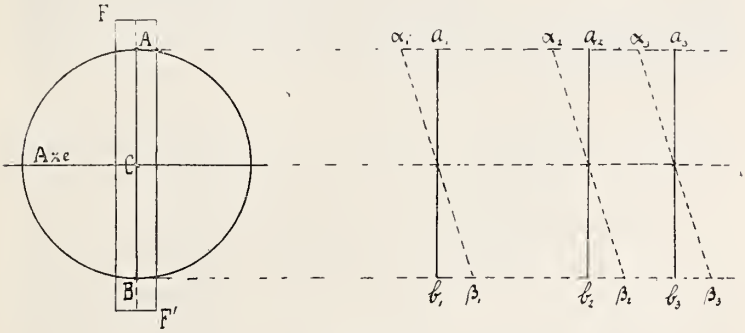


Fig. 2.

résultera pour les différentes raies une *inclinaison* proportionnelle à la vitesse angulaire ; et cette inclinaison, du moins dans le cas d'ellipsoïdes de révolution tournant *d'une pièce*, sera la même pour tout point de la raie. En d'autres termes on aura affaire rigoureusement à des droites et non, comme un examen insuffisant pourrait le faire croire, à des arcs de sinussoïde. La chose se comprendra aisément si on revient à la formule ci-dessus trouvée

$$v' = \omega d.$$

Or cette inclinaison est plus facile à mesurer exactement qu'un déplacement : de plus, la méthode a entre autres avantages précieux pour les études coronales, celui de s'appliquer à de petites images de l'astre et de

rendre les mesures également aisées pour les raies longues et pour les raies courtes. Elle a d'ailleurs en sa faveur les résultats extrêmement concordants auxquels elle a déjà conduit (1).

(1) C'est cette méthode qui, entre les mains de M. Belopolsky, vient de conduire à la détermination de la période de rotation de Vénus (ASTR. NACHRICHTEN, Bd. 152, n° 3641). En 1895 elle avait fourni à M. James Keeler « la première preuve expérimentale de la division des anneaux de Saturne en corpuscules séparés », hypothèse émise en 1859 par Maxwell comme conclusion de vues purement théoriques.

Voici en quelques traits cette belle application d'après les notes mêmes du regretté directeur de l'Observatoire Lick (ASTROPHYSICAL JOURNAL, may 1895). La figure ci-jointe suppléera aux détails laissés de côté ; la partie droite de la figure indique en les exagérant légèrement les inclinaisons d'une raie ; FF' est la fente du spectroscope.

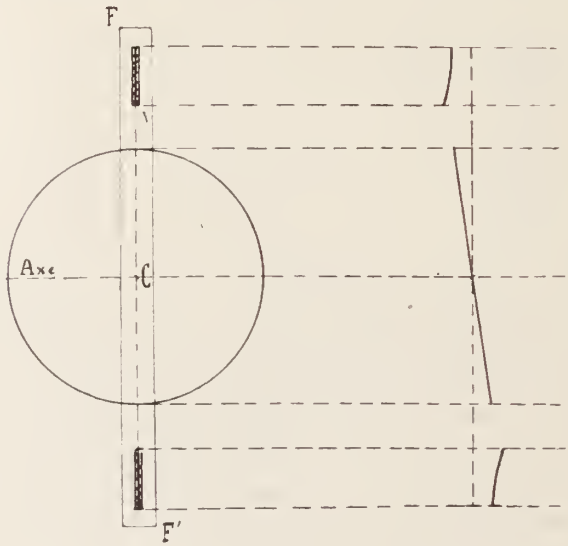


Fig. 3.

Si l'anneau se mouvait d'une pièce, l'inclinaison de ses raies serait comparable à celle des raies des globes planétaires, et leur direction croiserait en leur milieu les raies de la planète Si de plus il était doué d'une vitesse angulaire égale à celle de l'astre central, ses raies ne seraient que les prolongements des raies planétaires. Or la figure montre que rien de tout ceci ne se vérifie : les raies des *anses* sont non seulement inclinées de manière à ce que leur direction moyenne ne passe pas en O, mais de plus elles sont incurvées. Autant qu'une observation aussi délicate permet de le constater,

La facilité avec laquelle le procédé s'applique aux petites images à été mise à profit l'an dernier par M. Deslandres pour aborder l'étude des *mouvements d'ensemble* de la couronne. Les mesures faites en 1893 et en 1898 ne s'appliquaient en effet qu'à une simple bande isolée sur le disque par la fente du spectroscope : en principe, ces mesures sont insuffisantes car dans une matière aussi raréfiée que celle de l'auréole solaire les variations de vitesse peuvent être extrêmement différentes d'une zone à l'autre. On sait d'ailleurs que pareilles variations existent dans les zones de la photosphère.

Pour arriver à saisir des mouvements d'ensemble, on juxtaposait sur la fente de chacun des deux spectrographes employés, trois petites images du soleil éclipsé, mais de telle manière que la fente collimatrice, disposée d'ailleurs parallèlement à l'équateur coronal, rencontrât sur chaque image solaire des régions inégalement distantes du centre. L'observation portait ainsi sur six sections doubles toutes parallèles à l'équateur et à peu près équidistantes entre elles. Chaque appareil était disposé pour photographier la région du spectre comprise entre λ 4900 et λ 3600, région qui comprend les deux raies fines gazeuses λ 4230 et λ 3987 attribuées sans conteste à la couronne. La raie caractéristique voisine de λ 5300

elles le sont précisément dans le sens et de la quantité voulus par la théorie si l'on suppose l'anneau composé de corpuscules réfléchissants soumis à la 3e loi de Képler. A la rigueur, ces résultats ne constituent pas encore une démonstration absolument péremptoire, « ils n'impliquent pas la division de l'anneau dans le sens tangentiel et ne l'impliquent que jusqu'à un certain point dans le sens normal » (Deslandres). Il n'en reste pas moins vrai que c'est là un beau résultat à passer à l'actif des méthodes spectrales.

Quant à la *concordance* des mesures faites par l'*inclinaison*, nous nous bornerons à un seul exemple pris dans l'étude de ce même système de Saturne : Quatre astronomes ont mesuré récemment la vitesse radiale équatoriale de la planète. Ces évaluations indépendantes ont conduit aux chiffres ci-dessous (NATURE, 31 oct. 1895).

Prof. James Keeler	10,3 k.	par seconde.
M. Deslandres.	9,4 k.	»
Prof. Campbell	9,77 k.	»
Dr Belopolsky	9,4 k.	»

avait été écartée à cause de l'insuffisante dispersion des prismes et du peu de sensibilité des plaques employées.

Malheureusement cet essai n'a pas donné ce qu'on en attendait. Trois raisons ont concouru à rendre les clichés impropres aux mesures : l'extrême pauvreté des radiations coronales durant le minimum de 1900, la courte durée de la totalité, et le peu de luminosité des appareils dont on disposait. Les raies gazeuses chromosphériques sont assez intenses sur les épreuves, mais les raies coronales manquent presque absolument (1).

L'étude de la rotation devait être reprise (notamment par MM. Newall, Wilterdinck et de la Baume) durant l'éclipse de l'Insulinde, dont la longueur extraordinaire eût été mise fort utilement à profit. Malheureusement, dès le 23 mai, un télégramme envoyé de Sawahloento (Sumatra) au Times, annonçait l'échec complet des essais faits dans cette voie, échec dû aux conditions atmosphériques.

3. — Recherches spectroscopiques et bolométriques

D'après les considérations généralement admises aujourd'hui, mais non certaines, la lumière coronale a une double origine : la couronne émet une lumière propre et de plus réfléchit des rayons émanés du soleil. Il en résulte un spectre complexe à fond éclairé sur lequel se détachent quelques raies brillantes caractéristiques de la couronne elle-même, et dans certaines conditions, bon nombre des raies de Fraünhofer. Il arrive même, nous l'avons vu, que la diffusion atmosphérique se mêle de compliquer encore les choses.

On peut donc dire avec un semblant de raison et sans même parler de la diffusion due à l'atmosphère terrestre, qu'il y a là *trois* spectres distincts superposés :

(1) Comp. Rend. de l'Acad. des Sciences, t. CXXX, p. 193.

1° Un spectre *continu* qui décèle peut-être des particules liquides ou solides portées à l'incandescence.

2° Un spectre à lignes brillantes qui indique les gaz composant l'atmosphère solaire.

3° Un second spectre continu sillonné de raies fraünhoférienne noires, paraissant dû à la réflexion de la lumière du disque central sur les particules incandescentes de la couronne. Ce troisième spectre est de faible intensité.

Tel est à peu près le spectre coronal présenté par les instruments *intégrateurs*, ainsi nommés parce que ne formant pas d'image sur la fente collimatrice ils travaillent en bloc sur la totalité des radiations émanées des différents points de l'objet lumineux. — Les spectroscopes *analyseurs*, eux, dirigés tantôt sur une région tantôt sur une autre, fournissent des données supplémentaires : le spectre varie dans la couronne non seulement avec la distance au limbe, mais aussi avec la plus ou moins grande proximité des protubérances, avec la place qu'occupe l'éclipse dans le cycle undécennal, avec la position des centres lunaire et solaire relativement à la région analysée. Il résulte de cette dernière particularité, plusieurs fois signalée par Hastings et Keeler, et en relation intime avec une théorie diffractive de la couronne, qu'il y aurait intérêt réel à chronophotographier le spectre *coronal* durant la totalité entière, comme M. Deslandres est parvenu à le faire l'an dernier pour le spectre chromosphérique. Il employait à cet effet un cinématographe de Marey, relié à une chambre à prisme et susceptible de prendre deux à trois cents épreuves à la minute. Malheureusement ce procédé est loin d'être actuellement applicable à notre cas : il y faudrait une luminosité énorme et une sensibilité dont la pellicule impressionnable est encore loin d'approcher.

Dans les éclipses antérieures à 1900 on n'avait relevé

le spectre photographique que jusqu'au point où les verres ordinaires d'optique sont absorbants : on sait que le flint absorbe au-delà de λ 3600 et le crown au-delà de λ 3400. Toute la partie élevée de l'ultra-violet et l'infra-rouge entier restaient à étudier. Semblable défaveur s'était d'ailleurs attachée aux régions correspondantes du *flash spectrum* ou spectre éclair de la couche à réversion, et à celles du spectre chromosphérique. En 1900 l'exploration de l'ultra-violet a donné de bons résultats tant à Argamasilla (Espagne) où observait M. Deslandres qu'à Pinnehurst (Caroline du Nord) où observait la mission de l'Observatoire naval des États-Unis. Plusieurs raies coronales nouvelles ont été déterminées dans l'extrême ultra-violet, grâce à l'emploi de chambres prismatiques en spath et quartz.

L'étude de l'*infra-rouge* est à peine ébauchée, et malgré de premiers résultats, peu concordants comme on va le voir, les astrophysiciens fondent sur elle de réelles espérances ; plusieurs cherchent dans cette voie la reproduction de la couronne en dehors des temps d'éclipse ; voici quelques-unes des considérations théoriques dont ils se prévalent :

« Le soleil et la lumière de notre ciel ont exactement le même spectre, mais le soleil est jaune alors que le ciel est bleu. Dans la transformation spéciale des rayons solaires qui produit l'illumination de l'atmosphère, les rayons rouges sont moins modifiés que les rayons bleus, et les rayons bleus moins que les rayons ultra-violets. Si l'on suit cet ordre, dans la décroissance, les rayons infra-rouges sont moins diffusés que les rouges, et la lumière de notre ciel doit être relativement pauvre en radiations infra-rouges.

« La lumière bleue du ciel est due en très grande partie à la diffusion des rayons solaires par les petites particules en suspension dans l'atmosphère. Si l'on admet que le nombre des particules de même diamètre est le

même pour tous les diamètres, l'intensité de la radiation diffusée d'une longueur d'onde λ est proportionnelle $\frac{A}{\lambda^4}$, A étant l'intensité de la radiation solaire de même longueur d'onde. Cette loi rapide de diminution de la lumière diffusée pour des longueurs d'onde croissantes a été vérifiée pour le spectre lumineux. Si on l'étend à la région infra-rouge, l'intensité relative du rouge extrême (λ 8000) étant représentée par 1, l'intensité relative de la radiation λ 16 000 sera $\frac{1}{16}$; et pour la radiation 32 000 elle sera $\frac{1}{256}$.

» Bref, un œil sensible aux seules radiations infra-rouges extrêmes verrait un ciel relativement noir sur lequel se détacheraient aisément les lumières faibles du ciel, telles que les étoiles et la couronne. La reconnaissance de la couronne en dehors des éclipses est liée à l'enregistrement pratique des images fournies par les rayons calorifiques seuls (1) .»

D'un autre côté il existe des instruments susceptibles de se prêter à cet enregistrement particulier. Sans parler de la plaque *phosphorescente* de M. Henri Becquerel, dont la sensibilité aurait à s'augmenter encore notablement, — on peut procéder par voie indirecte en explorant l'image de la couronne avec une pile de Melloni ou un bolomètre. L'essai a été tenté l'an dernier par M. Deslandres à Argamasilla et par MM. Abbot et Mendenhall à Wadesborow (États-Unis). Le premier, en faisant tomber sur une pile de Melloni un pinceau de radiations voisines de λ 13000 « trouva un rayonnement calorifique notable et même compris entre la moitié et le tiers du rayonnement fourni après l'éclipse par les mêmes points du ciel ». Les astronomes américains, au contraire, arrivèrent à cette conclusion que la lumière coronale est probablement « froide, et analogue à celle que l'on constate dans les gaz raréfiés lorsqu'on y fait passer des décharges électriques ».

(1) Deslandres, BULLETIN ASTRONOMIQUE, avril 1901.

Cette divergence de résultats, jointe à l'extrême intérêt que ces recherches toutes récentes ont excité parmi les astro-physiciens, nous engagent à emprunter ici quelques rapides détails aux mémoires originaux de MM. Hale, S. P. Langley et Abbot (1).

Le dispositif employé à Wadesborow se trouvait placé dans de bonnes conditions thermiques au milieu d'une chambre à double ou triple paroi ; un cœlostat extérieur envoyait le faisceau de radiations à étudier sur un miroir argenté de 50 cm. d'ouverture, et de là sur un bolomètre à ruban de platine ayant 10^{mm} de longueur sur 1^{mm} de largeur. Un système de diaphragmes à changement rapide et un galvanomètre très sensible complétaient l'installation.

Cinq minutes avant la totalité, l'image du mince croissant solaire fut rendue à peu près tangente au ruban bolométrique, ce qui, pour une ouverture de 0,4 centim. carrés, fournie par le diaphragme, donna des déviations positives décroissantes comprises entre 60^{mm} et 6^{mm}. — Au moment où la totalité commença, on porta l'ouverture du diaphragme à 280 cent. carrés, et l'image de la même région (choisie dans la couronne intérieure) produisit une déviation, *négative* cette fois, de 13^{mm}. En amenant sur le ruban l'image du globe noir de la lune la déviation négative s'accusa et passa à 18^{mm}. Les trois conclusions principales qui semblent se dégager de cet essai peuvent être formulées à peu près dans ces termes :

1. — La radiation calorifique coronale existe; mais elle est extrêmement faible (déviation de 5^{mm}) ;

2. — Le rayonnement réfléchi sur l'atmosphère terrestre durant la phase partielle est bien plus grand que celui de la couronne.

(1) Astrophysical Journal (Chicago), juillet et décembre 1900 ; voir aussi l'intéressant article consacré par M. le chanoine Spée aux protubérances blanches et à la couronne solaire dans le Bulletin de la Soc. Belge d'Astronomie, Mars 1901.

3. — Celle-ci est plus froide que le ruban bolométrique.

Il est bien malaisé d'accorder ces conclusions récentes et difficiles à rejeter avec quelques vues que nous appelions plus haut « assez généralement reçues, mais non certaines » touchant l'origine de la lumière coronale, bien qu'on l'ait essayé en faisant appel à la *petitesse* des particules qui composeraient la couronne (1). — Comment admettre par exemple que la couronne *réfléchisse* en quantité assez notable la lumière solaire ? Ne sait-on pas que la pleine lune et le ciel éclairé qui brillent uniquement par réflexion et sont à peu près du même éclat que la couronne, donnent au bolomètre de grandes déviations *positives*, dues évidemment à la prépondérance de l'infra-rouge dans leurs rayons ? Et comment peut-on parler de particules thermiquement incandescentes dans la couronne, alors que pour tous les cas connus la lumière due à une température élevée est associée en grande mesure à l'infra-rouge ? Car enfin, le fait est notoire, c'est jusqu'ici notre triste partage de ne pouvoir, sur ce clavier de l'éther, frapper une touche élevée sans mettre malencontreusement et inutilement en branle toute la gamme qui précède. — Si donc la main mystérieuse qui presse là-haut, et avec tant d'insistance, la touche 1474 K et quelques autres, est aussi malhabile que notre main à nous, où donc demeure le reste du concert ? Pourquoi la cacophonie chromatique d'usage n'arrive-t-elle pas aux fines oreilles de nos bolomètres ?

La divergence des résultats obtenus à Argamasilla et à Wadesborow implique-t-elle des aboutissants contradictoires ? Il semble à première vue qu'il en soit ainsi : un des observateurs constate une radiation calorifique, l'autre déclare enregistrer de la lumière froide. Un corps peut

(1) Explication Wood et Fowler. — Voir NATURE, 21 février 1901.

donc être froid et chaud en même temps? Évidemment oui, et là est la réponse. Complétons-la en l'expliquant.

Un objet n'est dit *froid* dans le langage ordinaire que parce qu'il est *moins chaud* qu'un autre objet qu'on prend pour point de comparaison, pour zéro (relatif). La couronne n'a été qualifiée de froide que parce qu'elle paraissait moins chaude que le bolomètre. C'est là un premier point. De plus, par lesquelles de ses radiations impressionnait-elle le bolomètre? par l'ensemble de toutes celles dont les longueurs d'onde vont d'un demi-micron à soixante microns et plus (λ 5000 à λ 600 000). Le bolomètre enregistrait donc une radiation *résultante*. A Argamasilla, au contraire, le faisceau était filtré par un prisme; on y faisait appel aux seules radiations voisines de λ 13 000, lesquelles parmi les infra-rouges sont relativement élevées. D'une part on enregistrait un effet total, de l'autre un phénomène isolé. Ce second point est capital. MM. Hale et Deslandres, chacun de leur côté, ont tenu à le mettre en lumière.

Dès lors, l'énigme se résout d'elle-même. Je puis en abaissant simultanément toutes les touches d'un piano produire une tonalité confuse, peu harmonieuse à coup sûr, mais susceptible de produire sur l'oreille l'impression résultante d'un son de moyenne hauteur. Et c'est bien le clavier entier de l'infra-rouge que M. Abbot a mis en branle, car le faisceau de radiations qui sépare λ 5000 de λ 600 000 a largement sa demi-douzaine d'octaves. Le bolomètre ne doit pas l'avoir trouvé bien consonnant. M. Deslandres au contraire s'est contenté de presser une des touches élevées du même clavier : quoi d'étonnant si l'effet produit a différé? En d'autres termes, « la couronne émet sûrement des rayons jaunes et rouges intenses donnant de fortes déviations positives : il faut donc conclure des expériences ci-dessus que les rayons de basse température à déviations négatives sont plus intenses encore » (1).

(1) Comp. rend. de l'Acad. des Sciences de Paris, t. CXXXI, p. 660.

Depuis 1900 ces expériences se continuent avec ardeur. A Yerkes, notamment, on y emploie un radiomètre d'une sensibilité exquise récemment utilisé par le professeur Nichols dans ses études sur la chaleur des planètes. Plusieurs observateurs ont inscrit les recherches bolométriques en tête du programme qu'ils se sont tracé pour l'éclipse de l'Insulinde. Quelques nouveaux succès sont annoncés. M. de la Baume, non content de tenter la voie indirecte du bolomètre, s'est proposé de plus la photographie en infra-rouge. Il devait utiliser, moyennant l'interposition d'écrans diathermanes obscurs, la propriété qu'ont les rayons calorifiques d'éteindre la phosphorescence. Nous ne savons encore quels résultats a donnés ce dernier essai.

Il serait peu logique de quitter ce sujet sans revenir un instant au but principal de toutes ces recherches sur l'infra-rouge : la reproduction de la couronne en dehors des temps d'éclipse. D'autant plus qu'un premier résultat encourageant vient d'être obtenu dans cette voie, il y a quelques mois à peine ; sa portée est bien un peu sujette à caution si on se reporte aux deux premières conclusions de l'expérience bolométrique de Wadesborow ; mais toujours est-il qu'il mérite d'être enregistré.

M. Deslandres avait remplacé dans son appareil thermoélectrique d'Argamasilla, la fente rectiligne du collimateur par un trou circulaire. Il projeta le soleil par déplacements successifs de l'image autour de ce trou de manière à mesurer les chaleurs de points situés sur un même diamètre de 5′ à 20′ du bord. Or, constamment, à toutes les heures de la journée la somme des déviations mesurées sur l'équateur solaire a été trouvée supérieure à la somme correspondante de la ligne des pôles. Cette différence caractéristique a été rapportée à la couronne qui a actuellement la forme spéciale au minimum des taches, ce qui la rend plus étendue à l'équateur qu'aux pôles. Un dispositif un peu différent où agissaient les radiations comprises

entre λ 5000 et λ 28 000 a donné les mêmes résultats. Comme cependant on pouvait craindre une erreur systématique due à la position de l'appareil récepteur on a tourné cet appareil de 90°, le trou restant fixe. Les résultats se sont maintenus. « Les différences constatées semblent bien être dues à la couronne et seraient sa première manifestation en dehors des éclipses (1). »

Tels sont les premiers résultats fournis par l'infra-rouge.

On a proposé aussi de recourir pour l'obtention de la couronne aux radiations hertziennes; peut-être en rayonne-t-elle et de bien énergiques. Le bolomètre cèderait en ce cas la place au radioconducteur Branly qui lui ressemble à plusieurs égards. Or, et c'est là un avantage, le radioconducteur est infiniment plus sensible dans son domaine à lui que ne l'est le bolomètre dans celui de l'infra-rouge (le bolomètre de M. Abbot enregistrait les variations d'un millionième de degré). Et sa sensibilité s'exalte encore notablement si on recourt aux dispositifs nouveaux, par exemple au récepteur « à spirales d'acier fin » réalisé récemment par le professeur Sagadis Chunder Bose (2).

Le succès est-il possible dans cette voie? C'est à croire, malgré quelques premiers essais qui, paraît-il, n'auraient pas abouti. Peut-être l'échec tient-il simplement à l'absence d'une précaution élémentaire, celle de polariser la radiation coronale en faisant appel aux *grilles polarisantes* de Hertz. C'est qu'en effet l'onde solaire hertzienne se présente dans des conditions semblables jusqu'à un certain point à l'onde lumineuse : dans les expériences de laboratoire au contraire, on étudie des ondes hertziennes qui par leur mode même de production se trouvent naturellement polarisées. Pour étudier les ondes solaires diffuses avec les récepteurs actuellement en usage, on doit au préalable les

(1) Comp. rend. de l'Acad. des Sciences, t. CXXXI, p. 660.

(2) Poincaré, *La théorie de Maxwell et les oscillations hertziennes*, pp 35, 66, 76.

orienter (1). Espérons que l'essai sera repris à brève échéance.

4. — LA RAIE CORONALE VERTE 1474 K

Nous avons dit que sur le fond éclairé du spectre de la couronne se détachent des raies *brillantes* : elles étaient au nombre d'une dizaine sur les photographies obtenues en 1893, mais se montrent beaucoup plus nombreuses dans l'observation oculaire. La plus remarquable d'entre elles, à tous égards, est celle qui porte — ou qui portait — la désignation de 1474 K, désignation provenant de ce qu'on la croyait en correspondance avec la division 1474 de l'échelle de Kirchhoff. Cette échelle avait un zéro conventionnel et une division millimétrique; elle a fait place au repérage en longueurs d'onde, infiniment plus rationnel. On exprime généralement aujourd'hui cette longueur d'onde en dix-millièmes de micron, c'est-à-dire en dix-millionièmes de millimètre.

La raie 1474 K est bien connue de tous ceux qui suivent les études solaires et elle mérite que nous nous y arrêtions un instant. C'est, par excellence, la raie de la couronne (2). On ne l'a trouvée encore d'une manière certaine dans aucun spectre terrestre, quoique récemment MM. Nasini, Anderlini et Salvadori aient cru l'entrevoir dans les gaz des solfatares de Pouzzoles (3) ; mais cette

(1) Voir A. Souleyre, REVUE SCIENTIFIQUE, 18 novembre 1899.

(2) M. Norman Lockyer dit qu'à sa connaissance jamais protubérance n'a été *dessinée* en lumière 1474 K (NATURE, 26 août 1897). M. Evershed a observé cependant (IBID., 9 sept.) que pareils dessins ont été obtenus par le P. Fenyi à Kalocsa (ASTRONOMY AND ASTRO-PHYSICS, XI, 432, 1892). — Sur la réversibilité de la raie verte, voir deux notes intéressantes de MM. Evershed *(loco citato)* et Fitzgerald (NATURE, 3 mai 1900).

(3) « In the spectrum of the gazes of the Solfatara di Pozzuoli, which contain argon, we have found a sufficiently bright line with the wave-length 5515 corresponding to that of corona 1474 K attributed to coronium..... » Lettre au directeur de NATURE de Londres, tome LVIII, p. 269.

dernière observation n'a pas la portée qu'on lui croyait : au moment même où elle était publiée, des déterminations nouvelles et très précises conduisaient à modifier notablement la longueur d'onde primitivement assignée à la raie coronale. Voici dans quelles circonstances.

Dès 1869, M. Norman Lockyer avait constaté une belle raie verte dans le spectre de la *chromosphère ;* il crut pouvoir l'identifier avec une des raies du fer, celle qui se trouvait repérée à la division 1474 de l'échelle de Kirchhoff. Deux mois après, Young, observant la *couronne*, découvrit une raie située identiquement dans la même région du spectre. Lui aussi crut reconnaître une raie du fer. Tant et si bien que malgré des divergences de détail, relevées de loin en loin, et portées en compte aux erreurs d'observation, il fut admis par plusieurs astronomes qu'une raie coronale, en correspondance avec une raie chromosphérique, coïncidait avec la raie du fer 1474 K.

Cette même raie verte eut une autre fortune encore. Young en proposa l'identification avec une soi-disant raie de l'aurore boréale. Mais l'honneur fut passager : l'assimilation ne put tenir devant la comparaison attentive des spectres et Young fut des premiers à retirer son hypothèse.

Quoi qu'il en soit, la coïncidence avec une raie du fer était remarquable. Un fait nouveau ramena vers elle l'attention des astronomes.

Une des raies les mieux connues de la couronne, est voisine de λ 4233. Elle a été photographiée par Schuster dès 1886. — Or ici encore une raie chromosphérique souvent observée par Young, se rencontre dans le voisinage immédiat de la raie coronale, et de plus la raie chromosphérique a été identifiée avec une raie du fer λ 4233,3. — Quant à la position de la raie coronale, les photographies prises récemment par le capitaine Hills à Pulgaon (Wardha, Inde anglaise — éclipse de 1898) lui assignent

la longueur d'onde λ 4233,5. L'écart de ces deux valeurs rentre dans les limites des erreurs d'observation.

Il y avait donc coïncidence remarquable entre deux raies tout à fait principales de la couronne et deux raies du fer. Ce fait était d'autant plus digne d'attention que le 22 janvier 1898, aux Indes, M. Pedler, professeur à l'Université de Calcutta, annonçait avoir aperçu les lignes du fer non plus seulement à la base de la chromosphère où elles sont reconnues depuis longtemps, mais à la base de la couronne. A dire vrai, les deux raies dont nous venons de parler ne se montrent guère dans les mêmes conditions que celles observées par M. Pedler. Loin d'être présentes dans les seules couches touchant la chromosphère, elles sont parfois visibles jusqu'à des distances considérables du disque et semblent au contraire faire défaut dans son voisinage immédiat : on les retrouve même de loin en loin, la raie verte du moins, jusque dans les crevasses obscures qui déchirent çà et là l'auréole. La *base* de celle-ci pouvait par conséquent présenter les raies du fer, sans que pour cela la proximité spectrale de deux raies métalliques et de deux raies coronales fût autre chose qu'une coïncidence fortuite.

Pour élucider la question on fit un nouvel appel aux meilleurs clichés des dernières éclipses. On mesura successivement avec la plus scrupuleuse exactitude ceux pris en 1893 et 1898 par M. Fowler et ceux obtenus en 1896 à la Nouvelle-Zemble. Les chiffres résultant de cette discussion ne sont pas absolument décisifs, mais du moins la coïncidence présumée est définitivement battue en brèche : la raie *chromosphérique* λ 4233,3 s'identifie bien avec une raie de fer, mais la valeur trouvée à Pulgaon pour la radiation *coronale* doit être ramenée à λ 4231,3. Touchant la raie verte on aboutit à un écart beaucoup plus net. La moyenne générale des déterminations faites par MM. Fowler, Shackleton et le Dr Lockyer lui marque sa position en λ 5303,7, position fort différente de celle (λ 5316,79)

unanimement reconnue aujourd'hui à la raie du fer 1474 K. Et ce chiffre concorde parfaitement avec ceux obtenus par M. Campbell dans ses belles expériences, ci-dessus mentionnées, sur la rotation de l'atmosphère solaire. Il avait disposé son système dispersif au minimum de déviation pour les radiations voisines de λ 5317 et constata avec étonnement que la raie brillante se rapprochait du violet beaucoup plus qu'il ne s'y était attendu. Il obtint au bord Est du soleil λ 5303,21 ; au bord Ouest 5303,32.

Néanmoins d'après une détermination qui vient de voir le jour dans les MEMORIE DELLA SOC. DEGLI SPETT. ITALIANI (vol. 30), la réfrangibilité serait encore supérieure, et par conséquent l'écart plus grand : M. Ascarza y résume les observations faites en 1900 par les astronomes de Madrid et conclut à la valeur λ 5298,8.

Peu importe d'ailleurs que l'avenir consacre la moyenne espagnole ou la moyenne anglo-américaine, un résultat se trouve bien et dûment acquis : s'il y a une raie en coïncidence avec 1474 K dans la chromosphère, dans le spectre du fer, dans celui même des solfatares italiennes, il n'y a cependant pas, il n'y a *plus*, de raie *coronale* 1474 K. L'expression, déjà légèrement elliptique de sa nature, tourne désormais à la métonymie en règle. Cela arrêtera-t il la routine ? Pas de si tôt, c'est probable ; et, à titre de preuve, le lecteur voudra bien se reporter à l'entête du présent chapitre. Au surplus, le mal ne sera pas grand ; la raie verte, grâce à sa célébrité, en a vu bien d'autres. Un de nos astrophysiciens les plus érudits ne va-t-il pas jusqu'à l'appeler tout court « la 1474e raie » ? *(sic)*. Voilà qui laisse en arrière tous les tropes petits ou grands.

Il nous resterait, pour clore cet exposé sans y laisser de lacune trop criante, à donner ici un aperçu des recherches *polariscopiques* récemment poursuivies. Il en est d'intéressantes à plus d'un titre et leur lien intime avec le

problème fondamental des théories coronales, saute aux yeux. M. Landerer a déterminé au photopolarimètre Cornu la proportion (0,52) de lumière polarisée dans l'auréole. M. Joubin, à Elche, se basant sur ce fait que les vapeurs placées dans un champ électrique intense, peuvent acquérir la biréfringence (phénomène de Kerr), a recherché, avec un succès partiel, des traces de polarisation *elliptique*. A ces études nous aurions rattaché l'artifice ingénieux par lequel M. Wood s'est proposé de renforcer les raies fraünhoféríennes toujours faibles dans la couronne. Mais il nous tarde de terminer ce travail déjà trop long.

Il nous en coûte également de ne pouvoir toucher aucune des questions relatives à la photométrie et à *l'actinométrie*. Signalons seulement, en finissant, la conclusion d'un mémoire tout récemment présenté par M. Turner à la Société Royale de Londres (1) : « L'éclat de la couronne est inversement proportionnel, non au *carré* de la distance au *limbe* solaire (loi de Harkness), mais à la *sixième puissance* de la distance au *centre*. » La diffusion ajoute une constante à ce terme.

R. Jacopssen, S. J.

(1) Proceedings of The Roy. Soc., t. LXVIII, p. 36.

LA

REVISION DES LOIS BELGES

SUR LES COOPÉRATIVES

Ce travail n'est en aucune manière, synthétique ni concluant.

La revision des articles 85 à 110 de la loi du 25 mai 1873 est une matière discutée avec tant d'arguments passionnés, que je n'ai su de quel côté l'aborder. Il m'a semblé qu'il ne restait que cette ressource : inventorier exactement ce qu'on propose, classer et annoter le tout, puis livrer cette matière à l'examen, telle quelle.

Quand j'eus accompli ce travail préalable, deux idées un peu plus générales paraissaient se dégager :

I. *Il est nécessaire de séparer nettement le côté juridique du côté économique.* — Si la confusion règne parfois dans les débats sur les coopératives, c'est peut-être à cause de la confusion entre ces deux ordres de considérations.

Il est des réformes, qui se comprennent fort bien si on se place au point de vue économique, mais dont on cherche vainement la justification dans l'ordre juridique. Par contre, des réformes recommandables en droit, n'auraient en fait qu'une influence très problématique.

II. *La question de la revision des lois sur les coopératives, telle qu'elle est agitée, est surtout d'ordre économique.* — La personnalité des propagandistes de cette revision

et l'esprit général des moyens qu'ils préconisent ne laissent point de doute à cet égard. Le but visé, c'est diminuer par la loi la capacité de concurrence des coopératives.

On peut alors se demander si la question n'est point posée de travers, et tellement qu'aucun progrès véritable ne soit possible.

N'y aurait-il pas avantage à la ramener dans son cadre naturel, mettant en discussion une revision d'ensemble de nos lois sur les sociétés ? Alors l'étude des législations étrangères pourrait être féconde en suggestions. Et l'on aurait à voir s'il y a bien véritablement une différence essentielle entre la coopérative et l'anonyme : le législateur français de 1867, suivi par l'Italie en 1882, n'a-t-il pas bien fait de faire du mot *coopérative* un adjectif, au lieu d'un substantif ? Quels inconvénients trouve-t-on en France à laisser coexister des coopératives civiles et des coopératives anonymes ?

On aurait aussi à se demander si les motifs qui ont amené le législateur allemand à inventer un troisième régime, ne sont pas d'ordre à la fois scientifique et pratique. Il y a là la société civile, la société commerciale et une société mixte, l'association économique, *Erwerbs u. Wirthschaftsgenossenschaft.*

Notre loi sur les unions professionnelles, à l'insu de ses premiers parrains, n'est pas éloignée de cette voie. Pourquoi ? La nécessité des choses y pousse-t-elle ? Avons-nous réellement ces institutions et, par une loi naturelle, la fonction est-elle en train de créer l'organe ?

Quand on a considéré la question sous ces aspects-là, on revient avec un certain regret au terrain plus étroit sur lequel nos revisionnistes se cantonnent. Mais comme ceci n'est qu'un inventaire, je suis tout naturellement ramené à lui donner les mêmes limites que les arguments inventoriés. Voilà pourquoi cette étude n'est pas concluante.

Je désire ajouter qu'elle ne doit pas être considérée comme complète.

D'excellents travaux ont été faits, qui restent dans toutes les bibliothèques : je cite notamment *Les sociétés coopératives* par M. Charles Lagasse, *Le mouvement coopératif* par M. Arthur Goddyn. Je n'avais ni à les refaire, ni à les compléter.

I

DE LA LIMITATION DES MEMBRES

Une première série de réformes tend à inscrire dans notre législation une limitation à l'affiliation possible. Mais sur la position de cette limite, les revisionnistes ne sont pas d'accord. Les uns demandent qu'on la crée positive : par la définition légale du terme *ouvrier*. Les autres la veulent négative : par l'interdiction de l'affiliation des fonctionnaires. Les deux groupes arrivent à la même conséquence juridique : transformer une loi générale (l'art. 85 actuel disant : « celle qui se compose d'*associés* ») en une loi de classe.

La limitation à la seule classe ouvrière serait-elle une innovation ? On a prétendu le contraire (1), en s'appuyant sur quelques commentaires. Il est certain que M. Guillery a écrit : « L'essence de cette société, c'est ce que j'appellerai une réunion ouvrière, une association où la personne dénuée de ressources est le véritable répondant par sa réputation, son activité, sa probité incontestée. » Mais M. Guillery ailleurs encourage, préconise la transformation des unions de crédit constituées en vertu de la loi de 1807, en sociétés coopératives du nouveau régime, et *donne lui-même la formule de cette transformation* (2).

(1) De Cuyper. Congrès du commerce et de l'industrie, Gand, 9 sept. 1897.
(2) Devos et Van Meenen, *Sociétés civiles*, II, p. 298.

Or, ces institutions n'ont nulle part le caractère ouvrier, et ne sauraient l'avoir.

Ce qui est plus grave c'est que M. De Lantsheere, ministre de la Justice, disait à la Chambre (1) : « Ce que nous avons uniquement voulu favoriser, c'est le mouvement corporatif qui se manifeste dans la classe ouvrière et qui a pour objet le développement de son bien-être, en facilitant aux ouvriers certaines opérations commerciales auxquelles ne pourraient suffire les faibles ressources des individus. »

Mais M. Bara, qui avait participé en la même qualité à l'élaboration de la loi, exprimait un avis diamétralement opposé :

M. Bara : « L'honorable M. Demeur s'imagine que les sociétés coopératives sont uniquement instituées pour les ouvriers... Nous n'avons pas voulu cela, nous n'avons pas voulu de distinction entre ouvriers, bourgeois, patrons ou nobles ; de telle sorte que la coopération est à la disposition de tout le monde » (séance du 17 nov. 1872).

A quoi M. Demeur répond :

« Je sais que la forme coopérative peut être employée par d'autres que par les ouvriers, que tout le monde peut être membre d'une pareille société.... etc. »

A côté de ces opinions, le texte du rapport de la section centrale a une valeur documentaire. Or le rapporteur, appréciant la nature du projet de loi, écrivait : « Le projet fait en réalité de la société coopérative une société anonyme privilégiée et dépourvue des sûretés que la législature a cherchées dans l'authenticité de l'acte constitutif et d'autres dispositions non moins importantes » (24 mars 1870).

Entre le texte formel et des opinions contradictoires, les commentateurs n'ont point hésité, et il est bien établi qu'en vertu de la loi actuelle, toutes les classes de la société peuvent s'affilier à une société coopérative (2).

(1) Séance du 19 novembre 1872.
(2) Voir Arthur Goddyn, Devos et Van Meenen, *loc. cit.*, p. 297.

Donc c'est une modification au régime existant.

Quelle en est la formule ? M. De Cuyper donne la suivante : la coopérative ouverte aux seuls prolétaires ou ouvriers.

Mais déjà, voilà deux termes : auquel des deux s'arrêter ?

« La loi sur les habitations ouvrières donne un moyen de qualification, » dit-il encore. Cet argument-là vaut la démolition de la formule, pour quiconque a pu jeter un coup d'œil sur les dossiers interminables qui s'accumulent au ministère des finances à propos de l'interprétation à donner au mot *ouvrier*.

Aussi M. Pyfferoen, qui va jusqu'à admettre le principe, recule-t-il devant l'application : « Quoiqu'il puisse sembler de l'essence de ces sociétés d'être des associations d'ouvriers, il ne paraît pas possible de limiter légalement cette faveur de société commerciale à cette catégorie de personnes (1). »

M. Goossens, dans son rapport à la Commission d'enquête sur la situation de la petite bourgeoisie à Gand, suggéra alors la formule suivante : « Ne comprendre que des membres ayant des ressources limitées, fixées par le législateur suivant l'importance des localités. »

Cette formule n'est certes pas plus commode à appliquer que l'autre ; aussi n'a-t-elle pas été adoptée par la Commission siégeant en assemblée générale.

Voilà une réforme, qui, sur le terrain juridique, paraît bien malaisée, outre qu'on omet d'en donner la justification.

Retournons-nous du côté économique. Quelle en est la portée et le but ? Très nettement : diminuer la concurrence des coopératives de consommation dans le but d'augmenter la clientèle des détaillants.

M. De Cuyper écrit : « Constatons que jusqu'ici cer-

(1) Pyfferoen, *La réforme sociale*, II, 1894.

taines coopératives sont mises hors cause : celles qui s'adressent exclusivement à l'ouvrier. Personne n'attaque ces sociétés-là, sauf quant au respect des formes imposées par la loi. On n'attaque pas davantage les coopératives de crédit. Quant aux coopératives industrielles, elles ne sont en réalité que des sociétés anonymes ; elles ne nuisent pas.

« Les sociétés que l'on attaque sont les coopératives fournissant au public consommateur.... (1) »

Ce but économique peut-il être atteint par le moyen proposé ?

Dans sa première partie, c'est probable. Si l'on restreint le nombre des personnes qui peuvent s'affilier à une coopérative, et que d'autre part on défend à celle-ci de vendre à des tiers, il est évident qu'on a restreint sa clientèle. Mais dans sa seconde partie ? C'est improbable.

Que la clientèle devenue disponible retournera chez le détaillant, voilà ce qu'aucun raisonnement ne permet de supposer. Car ce n'est point un dilemme ; il reste d'autres solutions et je me contenterai d'en énumérer deux. « Il est évident, écrit M. Renkin, que la suppression des coopératives ne diminuerait en rien, pour les petits commerçants, le poids de l'écrasante concurrence qu'ils subissent, et que, le jour où on aura entravé les coopératives, on aura agrandi la clientèle des grands producteurs mais non pas amélioré la situation des petits (2). »

« Vous voulez rendre impossible l'existence de nos coopératives? Eh bien ! nous deviendrons société anonyme, et le *Vooruit* deviendra une société anonyme, ou une société en nom collectif Anseele et Cie (3). »

Ce sont là des objections si graves, qu'au point de vue économique la réforme proposée a paru inefficace. Tous les efforts subséquents de ses partisans n'ont fait que confirmer cette impression manifeste de faiblesse.

(1) *Loc. cit.*
(2) LA JUSTICE SOCIALE, 11 avril 1897.
(3) Anseele, Chambre des Représentants, séance du 2 avril 1897.

M. Goossens a imaginé tout un système législatif groupé autour de ces deux modifications : *a)* séparation légale des sociétés coopératives de production et de consommation ; *b)* suppression des sociétés anonymes de consommation. C'était un pas de plus, mais il a perdu la réforme elle-même. Car d'une part, la suppression a paru un acte législatif exorbitant, injustifiable (1) ; d'autre part, rien n'assurait davantage que ce seraient les petits détaillants qui hériteraient de la clientèle.

J'ai eu l'occasion de visiter la puissante organisation coopérative créée par les fonctionnaires allemands, dans son centre de Berlin.

Elle se compose de trois branches, ayant chacune la personnification civile, et, chose à noter, pas une qui soit coopérative au sens légal du mot. Le *Waarenhaus f. deutsche Beamte* est une société par actions, régie par le code de commerce au titre *Aetiengesellschafte* ; le *Waarenhaus f. Armee und Marine* est une société hors du droit commun, ayant reçu l'existence par rescrit impérial ; la *Vermoegensverwaltungstelle f. Offiziere u. Beamte* est une commandite par actions (2).

Reste la limitation négative : exclusion des fonctionnaires.

L'aspect économique de cette réforme est bien moins saillant que celui de la réforme précédemment exposée. Même si on la concédait *à priori*, le champ ouvert à l'activité commerciale des coopératives resterait si vaste que quelques-uns se sont demandé : « à quoi bon ? »

En Belgique surtout les coopératives de fonctionnaires sont loin d'avoir atteint l'extension qu'elles ont dans d'autres pays. Le résultat économique qu'on pourrait se promettre en cas de réussite est donc moindre. En outre,

(1) Cf. Pyfferoen, Renkin.

(2) Cf. mon étude : *Une coopérative de fonctionnaires allemands*. Bruxelles, Schepens et Cie.

toutes les considérations faites à l'encontre des chances de succès d'une limitation positive (à la seule classe des ouvriers) conservent ici leur pleine valeur. Ce qui permet de révoquer en doute l'utilité de la réforme même.

Prenons l'aspect juridique. Il est certain que la législation actuelle permet à tous les citoyens de s'affilier à une société coopérative. C'est donc encore une innovation à apporter à nos lois. En voici la thèse : « Le pouvoir qui a le droit de nommer ou de révoquer des employés peut exiger d'eux qu'ils ne fassent point partie des coopératives. Cela se justifierait d'autant plus en droit qu'il faut considérer les coopérateurs comme étant juridiquement commerçants à titre personnel à la différence des actionnaires d'autres sociétés ; et qu'en vertu des lois, règlements et décisions ministérielles, il n'est pas permis aux fonctionnaires de cumuler leur emploi avec celui de commerçant » (Pyfferoen, *loc. cit.*).

Diverses parties de notre droit sont ici confondues. Il y a un argument d'ordre administratif, qu'on peut ainsi résumer : Le pouvoir nomme arbitrairement, donc il n'a pas besoin de donner une raison pour interdire l'affiliation à une coopérative. On a fait observer que les règles d'ordre public dominent celles qui émanent des pouvoirs constitués. Et notamment qu'il n'est point permis de suspendre pour une partie de citoyens des garanties constitutionnelles ; le droit d'association ne pouvait recevoir une limite de *droit* en suite d'une loi administrative. Peu importe ici la situation de fait, et la dépendance plus ou moins étroite dans laquelle un fonctionnaire, à un moment donné, se trouvera vis-à-vis d'un autre fonctionnaire.

C'est un autre principe constitutionnel que tous les pouvoirs émanent de la nation. Dès lors un fonctionnaire n'est qu'un mandataire, qui ne participe pas à la nature du mandant. Il n'est pas une parcelle du pouvoir, mais un agent salarié dont la besogne est nettement définie. Dès qu'il sort de sa compétence, il n'engage plus le mandant ;

dès qu'il cesse d'être « dans l'exercice de ses fonctions », il n'est qu'un citoyen comme un autre.

Ces règles sont couramment observées dans les cas de responsabilité civile et de répression pénale, c'est-à-dire dans leurs applications les plus grosses de conséquences. Elles doivent être suivies de même pour les autres cas ; c'est-à-dire qu'en « dehors de l'exercice de ses fonctions » le fonctionnaire est un citoyen régi par le droit commun (1). Aussi M. Goddyn, conseiller à la Cour d'appel, écrit-il avec raison : « En vertu de quel principe l'État peut-il s'ingérer dans la gestion et le placement des économies de ses employés? Le traitement est le prix du travail fourni, et ce prix, une fois remis au fonctionnaire, devient sa propriété (2). »

Il y a un autre argument dont la base se trouve dans le droit civil. Il se ramène au syllogisme suivant : La coopérative est une société commerciale; or elle est aussi une société de personnes ; donc ces personnes sont des commerçants à titre personnel. Après cela, revenant au droit administratif, on continue : or les règlements existants défendent aux fonctionnaires d'exercer le commerce ; donc dès à present il est défendu aux fonctionnaires de s'affilier aux coopératives. M. Pyfferoen, ici comme pour la limitation aux seuls ouvriers concède la thèse en droit, mais récuse l'application pour des raisons de fait, d'opportunité. Au contraire, il convient de ne pas laisser passer sans examen cette transition du droit civil au droit admi-

(1) La même solution a prévalu en France. En 1896, un groupe de restaurateurs des grandes villes réclamèrent au gouvernement pour demander que les sociétés coopératives ne fussent pas autorisées en faveur des officiers et des fonctionnaires publics.

M. de Freycinet répondit : « Après une étude complète de la question, le ministre de la Guerre a décidé que ces plaintes ne pouvaient être accueillies.. les officiers lui paraissent appelés au même titre que les autres personnes à bénéficier du groupement de leurs intérêts. »

(Séance du Sénat, 27 février 1896.)

(2) Goddyn, *Le mouvement coopératif*. Gand, Siffer. p. 22.

nistratif, ni cette affirmation de droit contenue dans la mineure du raisonnement initial.

La coopérative est-elle une société de personnes ? La controverse est délicate ; l'opinion négative est fortement appuyée. C'est d'abord le texte du rapporteur de la section centrale : « Le projet *fait en réalité de la société coopérative une société anonyme privilégiée...* L'obligation d'insérer le mot « coopérative » n'a d'autre portée que de prévenir les tiers de l'anonymat sans leur donner aucune des garanties que présente la société anonyme. »

M. Pirmez avait dit à la Chambre, à la séance du 22 novembre 1872 : « Les sociétés coopératives sont d'abord nécessairement des sociétés de personnes ; elles ne sont pas des sociétés de capitaux. Et cela est si vrai qu'il est absolument interdit dans ces sociétés de céder son intérêt..... » Mais le même M. Pirmez dit ensuite dans des notes posthumes : « Il n'y a pas d'objection possible à ce que la cession des actions (des sociétés anonymes) soit subordonnée à toutes les conditions que les parties trouveront convenables ou à ce que toute cession soit interdite. »

M. le conseiller Goddyn conclut son étude sur les travaux parlementaires par cette opinion : « La loi belge n'en fait pas une société de personnes... nous ne trouvons pas ici un type bien distinct des autres sociétés préexistantes. » Ce que M. Roland, juge au tribunal de 1re instance à Gand, commente en ces termes : « Les coopérateurs *peuvent stipuler qu'ils ne seront tenus que jusqu'à* concurrence de leur mise, sans qu'il puisse jamais y avoir entre eux solidarité. Dans ce cas, la société présente *à la fois le caractère distinctif des sociétés de personnes et celui des sociétés de capitaux* (application combattue par Devos et Van Meenen). Elle aboutit incontestablement à permettre d'établir sous l'étiquette de société coopérative une espèce de société se rapprochant d'inquiétante façon de la société

anonyme, car l'incessibilité des parts à des tiers... peut être également stipulée dans une société anonyme (1). »

La législation comparée fournit encore à M. Goddyn l'argument que voici : Si le législateur belge avait réellement voulu créer une société de personnes, il aurait limité les apports à l'exemple de l'Italie, de la France, de la Roumanie, etc. (5000 fr.), il aurait fixé le maximum du capital social (200 000 fr.).

II

LIMITATION DES AFFAIRES AUX SEULS MEMBRES

La restriction du nombre des membres n'aurait de signification possible qu'à la condition de limiter en même temps la clientèle aux seuls actionnaires. Quelle est la loi sur ce point ?

La jurisprudence est fixée en faveur de l'absence de toute restriction, et la doctrine n'y contredit guère. M. Bara croyait qu'en fait presque toutes les sociétés de consommation devraient pour pouvoir exister, vendre à des tiers. Les législateurs ont fait de la société coopérative une des cinq espèces de sociétés commerciales, et il est de l'essence de toute société commerciale de trafiquer avec des tiers, c'est-à-dire des non-associés. Cette nature commerciale de la société coopérative, par opposition au système français connu des légiférants de 1872, était tellement ancrée dans leur pensée, que le ministre de la Justice, M. De Lantsheere, alla jusqu'à dire : « Les sociétés ayant pour objet de revendre à un prix supérieur au prix de revient sont autorisées par le projet actuel ; mais nous n'autorisons que celles-là. Nous n'autorisons pas celles qui ont simple-

(1) Roland, *Dissertation*, REVUE PRATIQUE DES SOCIÉTÉS, 1899, p. 1

ment pour objet de répartir des denrées en nature... (1) » Donc c'est une innovation qu'on demande.

La formule la plus concise a été donnée en 1900 par un manifeste de l'Union commerciale et industrielle de Bruxelles (M. de Cannart d'Hamale) : « Exiger que les coopérateurs ne fournissent leurs marchandises qu'à leurs actionnaires, sans que ceux-ci soient obligés de s'y fournir. » Voici les arguments : « Le but de ceux qui ont créé la forme coopérative et de ceux qui s'en servent est et doit être avant tout, de procurer à meilleur marché les objets dont ont besoin les membres (2). »

M. Pyfferoen présente cet argument comme appartenant à l'ordre juridique. Il nous paraît au contraire relever de l'ordre économique. Sur le terrain juridique il est difficile à défendre, la déclaration de M. De Lantsheere y contredit formellement ; et comme aucune société commerciale ne reçoit dans le code de limitation à sa clientèle d'acheteurs, il est impossible d'en assigner une à la coopérative. Cette observation est encore plus pertinente quand on met en regard ce même texte de M. De Lantsheere, et celui de M. Kulemann, juge à Brunswick, reproduit par M. Pyfferoen : « On n'a pas créé les sociétés coopératives pour qu'elles gagnent de l'argent par des spéculations commerciales, mais pour économiser sur les dépenses en faisant les achats en gros, meilleurs, et à plus bas prix. La forme la plus simple de la coopérative est la société alimentaire, qui se propose d'acheter en commun un fût de vin pour le partager entre les participants... (3) » La comparaison prouve surtout qu'entre le droit allemand et le droit belge il y a une divergence essentielle : ici, la coopérative ne peut être qu'une société commerciale ; là-bas, elle n'est ni commerciale, ni civile. La législation allemande en fait une société *sui generis*, soumise à un

(1) Séance de la Chambre, 27 novembre 1872.
(2) Pyfferoen, *loc. cit.*, p. 19.
(3) W. Kulemann, dans *Kleingewerbe, Nothlage u. Abhülfe*, p. 109.

régime déterminé, en vertu d'un système complet : REICHSGESETZE BETR. D. ERWERBS U. WIRTHSCHAFTSGENOSSENSCHAFTEN du 1er mai 1889 et du 12 août 1896.

En ce qui concerne l'ordre juridique, la réforme est injustifiable tant que nous adhérons aux principes posés par le ministre de la Justice et acceptés par la doctrine et la jurisprudence. Une limitation de la clientèle deviendra possible, le jour où l'on aura décidé de faire de la coopérative une variété d'une nature spéciale. Le projet de loi français est une étape vers cette conception ; seulement il laisse subsister parallèlement tout le régime antérieur de 1867 ; d'où il y aurait trois coopératives possibles : l'une d'après le code civil, titre des sociétés ; l'autre d'après le code de commerce ; la troisième, d'après le nouveau texte s'il devenait loi.

A titre documentaire, il ne sera pas sans intérêt de donner quelques détails sur le sens de la réforme proposée en France.

L'art. 32 du projet français portait : « Les sociétés coopératives de consommation ne peuvent vendre qu'à leurs associés. Sont exceptés de cette interdiction les résidus de la manutention. Tout membre d'une société coopérative de consommation qui se livrera à la revente des objets... sera passible d'amende 25 à 200 francs. »

L'art. 34, intimement lié au précédent, on le verra dans la suite, était conçu comme suit : « Les sociétés de consommation qui se conforment aux règles posées par les art. 1 et 32 *n'ont pas le caractère de sociétés commerciales ;* elles ne sont soumises à aucune taxe autre... Toute société convaincue d'avoir contrevenu aux dispositions de l'article 32... sera immédiatement soumise aux impôts frappant les sociétés commerciales... »

C'est à la séance du 28 février 1896 (Sénat) que le sens de la restriction de l'art. 32 est bien défini (not. p. 174). De l'ensemble de la discussion, il appert qu'on veut favo-

riser les sociétés coopératives *civiles* et limiter les sociétés commerciales. La même considération se retrouve dans un rapport récent (19 janvier 1899, Ch. p. 252 doc.) sur la proposition de loi Georges Berry : « Les sociétés coopératives de consommation offrent depuis quelque temps prise à la critique, tant par leur tendance à dégénérer en sociétés commerciales que par l'abus fait par certains membres de leur qualité de coopérateurs en revendant... » Le projet de loi sur les coopératives ne supprimait pas le régime antérieur; il définissait le type de la coopérative civile (voir le premier rapport sur le sens de l'art. 49 portant les abrogations).

Voici maintenant la preuve de ce que je disais à l'instant, comme quoi la défense de vendre aux tiers est liée aux faveurs fiscales :

M. Silhol : « L'art. 32... est une restriction imposée aux sociétés coopératives en échange des avantages que leur accorde l'art. 34. Il semble donc qu'il vaudrait mieux voter d'abord sur le principe de l'art. 34, afin de savoir si l'on dispense ou si l'on ne dispense pas les sociétés coopératives de l'impôt des patentes et autres. Je crois pour ma part qu'il serait bien plus avantageux pour les sociétés de payer l'impôt et de pouvoir se mouvoir en liberté... »

Le Sénat décide d'examiner d'abord l'art. 34. M. Nioche développe un amendement supprimant l'art. 34 et le remplaçant par le principe de l'égalité devant l'impôt. Il se base exclusivement sur les considérations favorables au petit commerce.

Le rapporteur de la Commission : «...C'est un droit pour les individus quels qu'ils soient, de s'unir pour faire en commun leurs achats et se partager ensuite les denrées, marchandises ou objets divers au prorata de leurs besoins. Cette opération n'est susceptible de l'application ni de la patente ni d'aucune taxe fiscale. L'exemption de la patente pour les sociétés composées exclusivement d'associés ne constitue en aucune façon un privilège : c'est une appli-

cation pure et simple du droit commun.... Le boni n'est autre chose qu'une restitution aux sociétaires du trop-perçu sur leurs achats en fin d'exercice... Or, la patente est une contribution sur les bénéfices commerciaux. Je viens de démontrer que les sociétés coopératives ne font pas de bénéfices. »

L'amendement Nioche étant adopté, le rapporteur donne sa démission et la discussion n'est plus reprise. Le Gouvernement, plutôt que de céder sur cette question de droit, a retiré son projet de loi, et il n'a plus été représenté.

Voici maintenant le tour des arguments d'ordre économique.

M. Woeste disait à la Chambre des Représentants : « La loi a accordé des avantages spéciaux aux sociétés coopératives de consommation, et dès lors se présente la question de savoir si ces sociétés par leur fonctionnement, peuvent user de ces avantages pour chercher à ruiner une des classes de nos concitoyens à coup sûr les plus dignes d'intérêt, je veux parler de la petite bourgeoisie, du petit commerce, du petit négoce » (Ch., séance du 2 avril 1897).

Pour résoudre cette question, il faut au préalable vider ce débat de principe : convient-il que le pouvoir intervienne dans la concurrence que fait une forme de commerce (la société coopérative ou anonyme) à une autre forme de commerce (le détaillant isolé) ?

« La loi est défectueuse, écrit M. Pytferoen, puisqu'elle permet à des personnalités fictives, à des êtres créés par la loi, de ruiner les personnes vivantes et réelles. » C'est la même question sous une image inexacte d'ailleurs : car ce n'est pas la personnalité fictive qui s'enrichit ; la coopérative n'est pas une main-morte, mais une agglomération de personnes vivantes et réelles, entrant comme actionnaires, en lutte avec d'autres personnes vivantes et réelles.

Le principe de la liberté de la concurrence a paru pendant longtemps un progrès incontestable. Il est maintenant

soumis à la période critique qui vient après toute innovation : la réaction. Les consommateurs se plaignent des coalitions de vendeurs et producteurs; les producteurs se plaignent de l'absence de relations scientifiques entre la production et la consommation ; les vendeurs se plaignent des actes déloyaux qu'inspire à quelques-uns l'âpreté de cette lutte pour la vie qu'exige le monde économique basé sur le seul principe de la concurrence. L'ensemble de toutes ces plaintes fait croire à une complète anarchie ; et plusieurs en sont à réclamer l'intervention de la loi positive pour régler certains actes ou même la vie économique tout entière.

Un débat extrêmement curieux à ce point de vue, c'est celui qui occupa les séances des 3, 6 et 7 décembre 1900 au Reichstag impérial allemand. L'occasion, c'était la cherté des charbons ; la thèse, l'intervention de l'État pour assurer le bon marché des denrées essentielles, et la méthode indiquée par le ministre de Posadowsky, l'organisation de la production (1).

On admettra volontiers que je n'entame point ici pareil problème. Une chose me suffira : c'est d'indiquer la relation nécessaire qui existe entre notre façon de concevoir la liberté commerciale et le système de non-intervention de la loi dans la concurrence que fait une forme de commerce à une autre. Le système fiscal inauguré pour les distilleries agricoles n'a peut-être pas assez tenu compte de ce principe supérieur. Mais aussi l'expérience n'est-elle nullement recommandable, et les conséquences auxquelles elle a rapidement abouti sont d'une indiscutable netteté.

Le régime fiscal actuel ne tombe-t-il pas précisément sous ce reproche, lorsqu'il s'agit de coopératives ?

Il faudrait s'entendre une bonne fois sur ce « régime

(1) Cf. REVUE SOCIALE CATHOLIQUE, 1901, *Chronique sociale.*

particulièrement favorable » des coopératives. Est-il exact que les coopératives puissent mieux soutenir la concurrence à cause des faveurs fiscales ? La loi sur les patentes leur est appliquée comme à toutes les sociétés commerciales ; et depuis la loi de 1891, un tarif spécial vise les fabriques de pain. Ce n'est qu'au moment de leur fondation que les coopératives bénéficient de l'exemption de timbre, soit une économie d'une douzaine de fr., et de l'enregistrement gratuit, mettons un billet de cent fr. La suppression de ces faveurs serait à souhaiter au point de vue des principes, et n'entraînerait aucun inconvénient sérieux au point de vue des affaires.

Fermons cette parenthèse fiscale et reprenons le débat économique.

Quel serait le résultat de l'interdiction de commercer avec les non-membres ? « Nous croyons qu'en limitant la vente des coopératives à leurs seuls membres, on limiterait équitablement leur action ; on atténuerait leur concurrence sans nuire à aucun droit acquis... » C'est la note optimiste. « Ces mœurs ne pourront certes amener la suppression des coopératives... elles n'enrayeront peut-être même pas le mouvement coopérateur. » C'est la note pessimiste. Je les emprunte toutes deux au même auteur (1), ce qui me met en garde contre les réponses théoriques.

Mais l'Allemagne, à qui le système juridique de société *sui generis* concédé à la coopérative permettait cette mesure contraire au droit commercial, a récemment introduit la défense de vendre à des tiers. Or, voici ce que je trouve dans des statistiques allemandes dont la valeur scientifique n'a jamais été contestée (Dr Hans Crüger). La défense de vendre à des non-membres a été introduite par une loi des 6-12 août 1896. Voyons si le mouvement coopérateur a été enrayé. Le chiffre total des coopératives est resté sensiblement le même :

(1) Pyfferoen, *op. cit.*, pp. 20 et 24.

Nombre pour l'année 1895 = 1400.
" " 1896 = 1409.
" " 1897 = 1396.

Parmi celles-ci, il en est qui envoient des bilans très détaillés ; je puis pour celles-là suivre de plus près l'influence de la loi.

Pour 1895, 460 sociétés avaient 292 077 membres ; en 1896, ce nombre était 321 186 pour 468 sociétés ; en 1897, de 403 872 membres pour 489 sociétés.

Bien que l'inégalité du nombre de sociétés nuise à l'étude comparative, on remarque une grande augmentation du nombre des membres à la suite de la loi qui défend la vente aux tiers.

Or cet argument est corroboré par d'autres indications. Les sociétés renseignées en 1895, faisaient pour 82 600 000 marcs d'affaires ; en 1896, année de la loi, pour 91 500 000 marcs. A cette augmentation de 9 millions, correspond une augmentation de membres au total de 29 000.

En 1897, le chiffre d'affaires est de 96 700 000 marcs. Mais en regard de l'augmentation de 5 millions, il faut mettre une augmentation de 82 000 membres.

L'effet de la loi ayant été d'augmenter le nombre des membres des coopératives, sans augmenter dans les mêmes proportions le chiffre d'affaires, on doit donc supposer que la clientèle libre est entrée, pour conserver son droit d'achat.

La réforme de notre régime légal des coopératives qui aurait pour objet d'interdire la vente aux non-membres ne se recommande ainsi ni de l'exemple allemand, trop différent, ni de l'expérience.

On peut croire que les résultats économiques seraient nuls, d'une part parce qu'on éluderait la loi, comme je l'ai constaté pour les coopératives de fonctionnaires à Berlin, d'autre part parce que les clients se feraient

inscrire, apportant ainsi à la société de leur choix un nouveau capital et une garantie de fidélité pour l'avenir.

La Commission d'enquête de Gand n'a point adopté cette réforme.

III

LES MESURES DE PUBLICITÉ ET LEURS SANCTIONS

En ordre subsidiaire le groupe réformiste demande une plus stricte application de la législation actuellement existante, quitte à proposer des sanctions variées pour assurer cette application. Trois articles de la loi de 1873 sont particulièrement visés : l'art. 104 qui ordonne la publication des bilans, l'art. 105 pour la liste semestrielle des membres, l'art. 106 pour le dépôt des pouvoirs du gérant.

Prenons-les séparément.

Le bilan est une chose essentielle dans le système des sociétés commerciales. En assurer la sincérité par tous les moyens est nécessaire. D'où la loi du 21 décembre 1881, celle du 22 mai 1886, et des articles très intéressants dans le projet de la Commission extraparlementaire dite des *Abus de Bourse*.

Après la sincérité, il faut organiser aussi la publicité. La loi de 1873 ordonne aux sociétés anonymes de publier le bilan au MONITEUR (§ 65) et aux coopératives de le déposer au greffe du tribunal de commerce (§ 104). Ni l'une, ni l'autre de ces dispositions n'a été faite sous une pénalité déterminée. Il en résulte qu'on reste sous le régime du droit commun, c'est-à-dire de la responsabilité des administrateurs envers les personnes qui pourront justifier avoir subi un préjudice par cette omission. (Cf. Namur, t. II, n° 1144 · Guillery, II, 788; Devos et Van

Meenen, II, p. 524). Des commentateurs y ajoutent le droit, pour chaque associé, d'assigner en justice aux fins de publication (Cf. Beltjens, *sub* § 65) et une jurisprudence récente la consacre (Gand, 19 novembre 1898. *Pas.* 99, III, 112).

Une loi du 6 juillet 1891 sort de ce droit commun en édictant que : « Seront sans effet, les soumissions faites auprès des administrations publiques par des sociétés anonymes ou coopératives auxquelles ne serait pas annexé un certificat délivré par le greffe du tribunal de commerce auquel ressortit la société soumissionnaire, attestant que les dispositions légales relatives à la publicité du bilan et s'il y a lieu, de la liste des membres, ont été observées pendant l'année précédente ou depuis la constitution de la société si cette constitution remonte à moins d'une année. » Cette sanction nouvelle est critiquée par Devos et Van Meenen comme manquant de franchise et de sens juridique.

M. Begerem, ministre de la Justice, pensait que la jurisprudence aurait introduit comme sanction le refus d'ester en justice (Cf. séance Chambre, 2 août 1897). Il paraît douteux qu'on s'engage définitivement dans cette voie; en tous cas, le jugement auquel il faisait allusion (1) ne visait pas l'art. 104. Plus tard (1899) l'honorable ministre pouvait invoquer un jugement conforme (2). Pour M. Pyfferoen, « en saine logique, cette obligation essentielle au crédit public et par conséquent essentielle à l'octroi de la personnalité civile, devrait entraîner la suppression de celle-ci lorsqu'elle n'est pas exécutée ». Mais la tendance juridique moderne est toute en sens contraire ; les nullités, système d'autrefois, sont supprimées partout où on les rencontre, pour être remplacées par la responsabilité personnelle (Revision de 1886).

C'est autour de la publication périodique de la liste des

(1) Civ. Gand, 5 septembre et 6 décembre 1891.
(2) *Ibid.*, 8 janvier 1899 ; *Pasicr.* 1899, t. III, p. 124.

membres, ordonnée par l'art. 105, que s'est livré le débat le plus passionné. C'est à ce propos aussi qu'on a pu voir combien le mouvement réformiste s'éloigne du terrain purement juridique.

La loi ordonne le dépôt semestriel de la liste des membres en termes formels. Un jugement du tribunal de Gand résume comme suit la doctrine :

« ... II. En ce qui concerne le défaut de publicité de la liste des membres :

« Attendu qu'il n'est pas douteux que la publication de la liste des membres des sociétés coopératives n'ait été prescrite dans l'intérêt des tiers ; que néanmoins elle est principalement exigée pour servir de preuve de l'existence de la société ;

« Attendu que cette interprétation, conforme à la nature des choses, trouve un certain appui dans les discussions de la loi ;

« Que sur les observations de M. Couvreur qui estimait qu'il était inutile de publier les listes quand les sociétaires restaient les mêmes, M. Bara, ministre de la Justice, répondit que dans ce cas même la publication était nécessaire afin de donner quelque base solide à la société, et que pour cela, il fallait connaître ses membres ;

« Que la nature essentiellement variable du personnel des sociétés coopératives ne permet pas de puiser dans la publication du nom des fondateurs la présomption de la continuité de la société ; qu'il faut donc voir dans le dépôt prescrit par l'art. 105 la seule preuve légale de l'existence de celle-ci au regard des tiers, si ces derniers exigent le dépôt, auquel aucune autre preuve ne peut suppléer (1). » L'état du droit est incontesté. Mais le législateur n'ayant pas plus ici qu'à l'art. 104 intérêt de sanction particulière, un débat important a surgi. Il y eut accord à l'origine, sur l'inexistence d'une sanction (1). La

(1) Cf. Pyfferoen, *op. cit.*, p. 16 ; Beltjens, *sub* 105 ; Goddyn, REVUE PRATIQUE DES SOCIÉTÉS, 1892.

loi du 6 juillet 1891 fut la première à en établir. En même temps on chercha, en développant le droit commun des actions, à organiser un système de sanctions.

Un jugement de Gand (1) qui déclarait un demandeur non recevable faute d'apporter la preuve de l'observation de l'art. 106 des lois sur les sociétés, donna la matière à un travail d'applications analogiques. M. Ashman écrivit à cette occasion : « Les gérants, porte le jugement du 9 décembre, n'ont cette qualité vis-à-vis des tiers que si, dans les huit jours de leur nomination, ils déposent au greffe du tribunal de commerce un extrait de l'acte constatant leur pouvoir. Si ce raisonnement est fondé, nous n'apercevons aucun motif pour ne pas l'appliquer au défaut de publication de la liste des membres. Si en l'absence du dépôt prescrit par l'art. 106 des actes conférant la gérance, les tiers peuvent à raison du défaut de publicité méconnaître le mandat de gérer dans le chef du prétendu mandataire, ne doivent-ils pas pouvoir méconnaître dans le chef des prétendus mandants ou sociétaires pour le même motif de défaut de publicité, lorsque la liste n'en a pas été déposée en conformité de l'art. 105 (2) ? »

Il y avait une objection à faire, c'est que l'analogie n'est pas complète entre les art. 105 et 106. L'extrait communiqué par les gérants en vertu de l'art. 106 ne contient pas les noms des mandants. Les tiers sont donc sans intérêt pour réclamer la liste (§ 105) aux fins de vérifier la qualité des mandants et leur aptitude à donner mandat.

MM. Devos et Van Meenen développèrent ainsi le droit du démissionnaire à exiger la publication d'une liste : «Depuis 1886 (art. 98 revisé) la responsabilité de l'ex-sociétaire au regard des créanciers ne se prescrit qu'à dater de la publication de la démission ; donc il a intérêt et

(1) Civ. Gand, 5 sept. et 9 déc. 1891.
(2) Revue pratique des Sociétés, 1897, p. 334.

action pour contraindre le gérant à publier (1). » Un jugement de Gand admit alors le droit de l'associé d'assigner la société et les gérants personnellement en publication de la liste, avec condamnation à une somme pénale par jour d'omission (2). Enfin le jugement du même tribunal que nous avons commencé à reproduire plus haut, admit le droit du tiers défendeur à exciper du défaut de dépôt de la liste. Nous complétons donc la citation.

« Attendu que si la publication de la liste des membres doit être considérée principalement comme un mode de preuve, il s'ensuit qu'elle peut être accomplie au cours de l'instance et que son omission ne rend pas la demande absolument non recevable, comme dans le cas prévu par l'art. 11 § 1er de la loi sur les sociétés, où il s'agit de l'acte constitutif de la société ;

« Attendu qu'il suit de ces considérations que les défendeurs sont fondés à prétendre que tant que la demanderesse n'aura pas déposé au greffe la liste de ses membres, conformément à l'art. 105, elle ne pourra pas poursuivre l'action. »....

Ainsi successivement la jurisprudence avait établi des sanctions que ne connaissait pas le législateur de 1873. Cette situation fut vivement critiquée comme contraire au système du droit belge, tandis que le ministre de la Justice estimait une intervention législative désormais sans utilité (séance Ch. 16 juin 1899, p. 1686). Mais le parti revisionniste ne s'en contenta point, et nous allons à l'instant relater les sanctions imaginées par eux pour l'ensemble des art. 104, 105 et 106. Il eût été à souhaiter que ces jugements eussent été déférés aux juridictions supérieures.

Au moment où ces choses se décidaient, un honorable membre du tribunal de Gand publia une étude remarquable sur les sanctions des articles susvisés. Aucun

(1) Devos et Van Meenen, *op. cit.*, II, p. 526.
(2) Civ. Gand, 16 avril 1897.

argument nouveau ne s'y trouve pour appuyer le droit du membre démissionnaire, de l'associé, ou même du tiers à assigner en dépôt de la liste. Quant au fondement de cette exception nouvelle, il le trouve dans les principes généraux du droit de procédure : « Le défendeur doit savoir de la manière la plus précise quel est celui qui l'actionna. Or, lorsqu'une société coopérative actionne, le défendeur n'a pas seulement intérêt à connaître la dénomination et le siège social, mais encore les noms, professions des associés, qui peuvent être tenus personnellement des engagements de la société (1). »

Ne voit-on pas poindre ici le germe d'une confusion entre l'ordre juridique et l'ordre économique ? Tout cocontractant, que le contrat soit extra-judiciaire ou judiciaire, doit être fixé sur l'*identité* (qualité juridique) de son contractant ; il a certes avantage à être du coup renseigné sur sa *solvabilité* future (qualité économique), mais c'est un intérêt non sanctionné. Dès lors, il suffirait en droit que la preuve fût faite que sept membres capables de contracter font partie de la société. Au vœu de la loi, cette preuve ne peut être faite que par une liste déposée au greffe, mais comme l'art. 105[2] punit le dépôt d'une liste incomplète, cette ressource n'a pas été possible.

C'est précisément le système auquel s'est arrêtée la Commission d'enquête sur la situation économique de la petite bourgeoisie à Gand :

« 1° Une nouvelle législation devrait être adoptée concernant les sociétés coopératives et anonymes.

» 2° Les sociétés coopératives de consommation devraient être obligées de déposer à date fixe leurs bilans, la liste de leurs administrateurs et l'*indication du nombre* de leurs membres au greffe d'un tribunal d'arrondissement où chacun pourra en prendre connaissance.

» 3° La liste complète des membres sera déposée en per-

(1) Dissertation A. Roland, REVUE PRATIQUE DES SOCIÉTÉS, 1899, p. 1.

manence à l'examen des seuls sociétaires au siège de la coopérative. »

J'ai dit à l'instant que les sanctions récemment introduites par la jurisprudence ne satisfaisaient pas tout le monde.

M. Pyfferoen estime que la sanction la plus naturelle serait le retrait d'office de la personnification civile. Seulement, craignant qu'en fait elle n'atteigne des innocents, il substitue à ce remède sévère, une responsabilité pénale dans le chef des administrateurs, tout en rendant la société elle-même responsable civilement des amendes encourues (1).

M. Goossens, après avoir repris cette responsabilité civile dans le chef de la société, y ajoute la confiscation : « En cas de récidive dans la violation des prescriptions relatives au dépôt du bilan, de la liste des membres etc., à l'admission de membres plus fortunés et à la vente aux non-membres, il y aurait dissolution juridique, et l'avoir, hormis le montant des sommes versées par les membres, serait transmis à des établissements publics de bienfaisance (2). »

L'Union commerciale et industrielle (M. de Cannart d'Hamale), demande de nommer des fonctionnaires de l'État « pour faire observer la loi dans son entière exécution ».

L'Association générale des Brasseurs de son côté demande « des sanctions efficaces et sévères, telles que nullité, amendes, etc. » (3).

Comme il n'y a rien de spécial à dire à propos de l'art. 106, je puis aborder le côté économique. Car bien que le lien avec le côté économique soit passé sous silence,

(1) *Op. cit.*, p. 15.
(2) Commission d'enquête de Gand ; rapport Goossens.
(3) Pétition aux Chambres, juillet 1899.

il faut qu'il y en ait un puissant pour expliquer une insistance si énergique chez des réformateurs non juristes de profession.

En principe, qu'est-ce que cela peut faire à la capacité de concurrence d'une coopérative vis-à-vis des détaillants, s'il y a là dans un tiroir de greffe une liste de membres et un bilan ? A première vue, on ne l'aperçoit pas bien. M. Pytferoen dit que « les commerçants isolés ont intérêt à savoir quelles personnes peuvent être leurs clients et quelles autres ne peuvent pas l'être à raison de leur affiliation à des sociétés ». Mais comment l'inspection de la liste peut-elle être concluante ? A côté des coopératives, n'y a-t-il pas les bazars et les grands magasins ? Quelle probabilité y a-t-il qu'un non-affilié ira chez le petit détaillant plutôt que dans le grand magasin ? Et qu'est-ce qui empêche en fait un affilié de s'approvisionner ailleurs qu'à sa coopérative ? Un intérêt aussi problématique n'explique pas tant d'ardeur. Il y a donc autre chose ?

Quel usage ferait-on de ces listes ? « A Gand on a poussé aux excès la lutte contre les coopératives et leurs clients. On a essayé de boycotter les coopératives ou leurs clients. On a publiquement dénoncé les noms de quelques-uns, surtout de ceux de la bourgeoisie aisée et riche ; on a suivi les porteurs de pain de certaines coopératives pour espionner la clientèle (1). » J'aime à croire que cet état d'esprit est localisé à Gand, et qu'en réclamant la liste des membres les revisionnistes d'ailleurs ne songent point à pareils excès. Mais si l'on observe que la liste des membres d'une coopérative de consommation, c'est précisément la liste de sa clientèle, il faut conclure que sa possession par les détaillants équivaudrait à une concurrence déloyale.

Notre législateur n'a pas développé l'art. 1382 du Code civil. En Allemagne une loi du 27 mai 1896 a fixé avec

(1) M. Pytferoen, *in fine*.

plus de détail le droit des concurrents. Or, l'art. 9 punit d'une amende qui peut aller jusqu'à 3000 marcs et d'emprisonnement jusqu'à un an, celui qui viole un secret professionnel et solidairement, celui qui fait usage à son profit de pareille divulgation. Au premier rang de ces secrets se trouve la liste des clients, *die Kundenliste ;* et quel qu'ait été le soin du législateur de ne point donner d'énumération de peur de restreindre l'interprétation de la notion du secret professionnel, le délégué du Gouvernement a fait en commission des déclarations formelles quant à la *Kundenliste* (1). Les commentateurs sont unanimes (2).

Un dernier mot avant de clore ce chapitre.

Le débat qui précède a porté surtout sur les choses qu'il fallait livrer à la publicité obligatoire. Mais le mode de publicité lui-même n'est pas à l'abri de la critique.

Pourquoi, aux sociétés coopératives, n'imposer que le dépôt au greffe ? Le législateur de 1873 faisait cela dans un but d'économie, et à ce moment-là il n'agissait pas sans cause. Mais depuis la loi du 2 juillet 1875 cette cause n'existe plus, et l'insertion au MONITEUR devrait être la règle générale. Les inconvénients du simple dépôt sont ainsi mis en lumière par un auteur qui s'appuie surtout sur les faits et l'expérience : « Cette publicité est *insuffisante*. Pourquoi obliger les tiers qui veulent être éclairés sur la situation d'une société coopérative à se transporter au greffe du tribunal ? En fait, elle est *illusoire*, car il est impossible d'obtenir au greffe communication d'un bilan ou d'une liste d'actionnaires d'une société coopérative, à moins que d'y faire de grandes recherches ou de connaître la date du dépôt de ces documents. Parmi le fatras d'actes y déposés chaque jour, il est absolument impossible pour le public de s'y retrouver. Aucune obligation n'existe pour

(1) V. Documents officiels : *Bericht der Commission*, p. 26.

(2) Bachem et Roeren, 3e édition, p. 115 ; Finger, p. 257 et les autorites citées.

le greffier de tenir note des entrées des actes, aucune table n'est dressée pour faciliter les recherches, et nous savons même qu'à Bruxelles les employés ont l'ordre de répondre aux gens qui viennent pour obtenir communication d'une liste d'actionnaires ou d'un bilan : « Parfaitement, Monsieur, ces documents sont ici quelque part à votre disposition, comme le dit la loi ; seulement veuillez avoir l'obligeance de les rechercher vous-même, s'il vous plaît (1). »

Il est entendu que je laisse à l'auteur la responsabilité des faits qu'il relate. Un créancier bien avisé, s'il doit se déplacer, préférera se rendre au siège social où il trouvera sans peine tous les bilans, avec le registre matricule valant certes mieux qu'une liste de membres.

De son côté l'administration de la coopérative, si elle désire vraiment entrer en relations d'affaires avec lui, s'empressera de lui donner tous les commentaires désirables et même des garanties particulières.

De tout ceci une chose paraît se dégager incontestablement : que l'intervention du législateur est nécessaire pour fixer le droit, et compléter une loi qui ne contente ni les intéressés coopérateurs, ni leurs concurrents. Ce fut, nous l'avons relaté plus haut, la première conclusion à laquelle arrive la Commission de Gand.

IV

DE L'EMPLOI DES BÉNÉFICES CONSTATÉS

Dans tous les programmes revisionnistes on voit figurer des propositions drastiques concernant la répartition des bénéfices, de même qu'au premier rang des griefs dont se

(1) Alphonse Breuer, *Les sociétés en Belgique, leur régime légal et leurs abus*. Bruxelles, 1901, p. 98.

plaignent les anti-coopérateurs, se trouve le détournement des dividendes pour des buts politiques. Au point de vue juridique, il y a là sans conteste une anomalie ; et de voir les faits en contradiction si flagrante avec la formule légale, il faut conclure que celle-ci est décidément trop étroite, qu'il nous manque l'instrument légal pour une fonction devenue usuelle. Apparemment la coopérative qui devait être une société commerciale a servi à abriter la société économique.

M. De Lantsheere, ministre de la Justice, commentait ainsi la portée juridique du projet de loi qu'il avait mission de défendre : « Je crois, et je pense qu'à cet égard je serai d'accord avec l'honorable rapporteur de la Commission, que les sociétés coopératives que le Code autorise sont uniquement celles qui ont pour objet *des actes de commerce*. Il faudrait craindre en effet, si l'on allait plus loin, de voir les sociétés qui n'ont aucun but de spéculation, des sociétés civiles telles que des sociétés d'agrément, même des sociétés religieuses prendre la forme des sociétés coopératives pour se soustraire aux règles ordinaires du droit (1). » La seconde phrase caractérise nettement la portée de la première. Sur ce commentaire, on peut admettre que du moment où le commerce est réel, la société remplit le vœu du législateur. Ceci laisserait sans utilité le débat sur le point de savoir si le bénéfice doit résulter d'un dividende, c'est-à-dire une somme distribuée, ou d'une différence dans le prix d'achat, ou de la seule possibilité de poser certains actes, comme dans les mutualités de crédit.

Il est probable que cette doctrine n'a pas été sans influence sur l'argumentation juridique qui servit de base au jugement du tribunal de Gand du 8 janvier 1899 :

« Attendu qu'il est permis à une société cooperative d'avoir un but social et politique sans qu'elle en fasse men-

(1) Chambre des Représentants, séance du 19 novembre 1872

tion dans ses statuts ; que le but est essentiellement différent de l'objet ; que celui-ci seul doit être rendu public ;

» Que les tribunaux n'ont pas à s'enquérir de l'idée qui a présidé à la création de la société, du moment que celle-ci remplit sa fonction et exerce son activité sur ce qui est l'objet même du contrat ;

» Attendu qu'il est aussi loisible à des sociétés coopératives à but politique ou social de créer dans leur sein par voie réglementaire, une organisation politique et d'exiger de ses membres une certaine rétribution dans un intérêt politique ou social, comme il leur est loisible aussi de former en dehors des statuts et toujours par voie réglementaire des caisses de secours pour leurs membres, à la condition toutefois que les obligations ainsi créées ne soient qu'accessoires, que l'objet de la société soit réel et ne serve pas de couverture pour donner à une société essentiellement politique les avantages des sociétés coopératives. »....

La question avait fait l'objet d'un débat de principe à la Chambre des Représentants, le 2 avril 1897.

M. Woeste avait défendu une thèse d'une portée plus étendue. Je la résume comme suit : ... Ces sociétés sont des sociétés commerciales. Elles ont par là même pour objet le lucre dans le chef de ceux qui en font partie... Elles sont régies par les principes généraux de la loi commerciale qui elle-même renvoie sous ce rapport à la loi civile, et ces deux lois entendent que les bénéfices soient *répartis* entre les membres des sociétés... C'est un principe fondamental, en matière de société, que la société est un contrat par lequel certaines personnes mettent quelque chose en commun en vue de se partager les bénéfices qui en peuvent résulter... On trouverait dans les discussions de 1872 de quoi l'appuyer, et ces autres paroles du même ministre, M. De Lantsheere, peuvent être citées (27 novembre 1872) : « Les sociétés ayant pour objet *de revendre à un prix supérieur au prix de revient* sont autorisées par

le projet actuel; mais nous n'autorisons que celles-là. Nous n'autorisons pas celles qui ont simplement pour objet de répartir des denrées en nature. »

A l'argumentation de M. Woeste, M. Vandervelde répondit : « ... Dès l'instant où l'affectation partielle des bénéfices à des œuvres politiques ou religieuses a *un caractère accessoire*, il est évident que la société ne perd pas son caractère commercial. Ces dépenses de propagande font pour ainsi dire partie des frais généraux et sont une condition même du développement progressif de la société. »

D'autres arguments, qui touchent moins le fond du droit, ont été présentés. Un argument de droit public, par M. Pytferoen : « Nos lois sont particulièrement avares de personnification civile; elles la refusent aux associations les plus utiles, à celles qui n'existent que pour la charité, la bienfaisance, la science, la littérature, les arts. A plus forte raison la personnification civile sera-t-elle toujours refusée aux agences électorales, aux clubs politiques (p. 25). »

Un argument de droit politique, par M. De Cuyper : « Je n'admets pas que des *sociétés constituées par la loi luttent contre l'État* et fassent (ce qui est souvent le cas) une propagande révolutionnaire. Elles n'ont pas le droit de sortir de leurs attributions (1). »

Sans aller plus avant dans ce débat qui ne manque certes pas d'intérêt juridique, il faut se demander quel en est l'intérêt pratique. Tout ce que les principes ci-dessus exposés permettent de conclure, c'est ceci : la société qui, *de par ses statuts*, déclarerait l'indisponibilité des bénéfices, en tout ou en partie, serait illégale.

Soit dit en passant, la loi allemande de 1896 diffère radicalement de la nôtre sur ce point : les statuts peuvent

(1) Congrès International du Commerce et de l'Industrie, Bruxelles, 9 septembre 1897.

réserver les bénéfices (art. 20) et même l'actif en cas de dissolution (art. 89). En droit belge, il faut admettre que du moment où le bilan est approuvé, le dividende est mis virtuellement à la disposition des membres et toute l'obligation légale est remplie.

Contrairement à l'opinion de M. De Cuyper, ce n'est pas l'unanimité qu'il faut en cette matière ; la simple majorité suffit. M. Pyfferoen attaque ce vote comme entaché de fraude : « *Les membres sont libres d'agir ainsi et de renoncer à une partie de leurs bénéfices, direz-vous ? Le bon billet !* En vérité, jamais *cette aliénation n'est librement consentie*, elle est arrachée par l'intimidation, ou plutôt c'est une décision prise d'avance par les chefs, et qu'ils font passer dans une assemblée générale plus ou moins régulière, où les opposants sont écrasés par une majorité faite d'avance, et au besoin par les cris et les menaces. Bien plus : les trois quarts, les neuf dixièmes des membres de cette assemblée générale *ignorent totalement* que des bénéfices sont distraits, dans quel but et pour quelle somme. Nous n'avons jamais vu qu'on les ait consultés par écrit, après les avoir pleinement éclairés. »

Cette consultation écrite n'est pas nécessaire, et le vice du consentement doit être prouvé dans chaque espèce. Une argumentation de ce genre ne convient pas à un débat de principes. J'en dis autant de cette riposte de M. Delvaux : « Les ouvriers ne sont pas obligés d'entrer dans les coopératives politiques ; *quand ils le font, c'est librement ; ils savent d'avance* qu'ils devront abandonner une partie du bénéfice qui leur reviendra à la propagande politique, et je trouve que cet usage qu'ils font de leur argent a un caractère assez noble (1). »

Comment sanctionner ces règles de droit ? C'est qu'un subside à la propagande peut affecter bien des formes.

(1) Même Congrès.

On peut le passer en frais généraux, comme l'indiquait M. Vandervelde, en considérant que ce genre de publicité en vaut un autre au point de vue affaires. On peut donner des traitements plus ou moins élevés aux administrateurs, et ceux-ci, une fois le droit acquis, peuvent en faire l'usage qui leur plaît. Ils peuvent même en devenant administrateurs, prendre un engagement formel pour toute la durée de leur gestion. Ce contrat est parfaitement valable, et, passé entre l'administrateur et un tiers, il ne saurait faire inquiéter la société coopérative : *res inter alios acta*. Ensuite on ne pourrait obliger un membre à venir encaisser son dividende en personne. Il peut donner mandat à un tiers ou quittance en blanc : il peut céder, transporter son droit acquis. Pourquoi ne pourrait-il constituer un mandataire permanent, chargé de toucher tous les dividendes à venir, avec obligation d'en faire tel usage déterminé, c'est-à-dire le verser dans une caisse politique ?

Le problème des sanctions est le point faible des tendances réformistes. M. Goossens, rapporteur à la Commission de Gand, est à peu près le seul qui ait essayé de préciser. Il veut que le texte de la loi oblige les coopératives :... 6° à faire remplir toutes leurs fonctions administratives gratuitement et par des membres ; aucune somme ne pourrait être employée ou prélevée même sur les bénéfices, si ce n'est dans l'intérêt immédiat et démontré de la société ; 7° à n'affecter leurs bénéfices autrement qu'à la *distribution de dividendes aux membres* et aux versements dans un fonds de réserve, jusqu'à concurrence d'un maximum fixé. Il demande ensuite des « peines sévères pour la violation » sans se préoccuper autrement de leur mode d'application.

Pour rester fidèle au plan de cette étude, il reste à examiner l'influence économique des réformes juridiques préconisées plus haut.

Nous supposons maintenant qu'il ait été possible d'intro-

duire l'absorption des bénéfices par les dividendes distribués et de sanctionner cette obligation. M. Pyfferoen estime que « cela ne diminuera pas la concurrence faite par les coopératives au petit commerce ». On peut avec certaine raison croire que l'inverse aura lieu. En augmentant le dividende touché réellement, on augmente l'intérêt qu'ont les membres à rester affiliés et l'attrait pour les autres à venir s'y joindre. Déjà en 1891, lorsqu'il s'est agi de modifier la patente des coopératives, M. de Smet de Naeyer a exonéré la ristourne, en disant que taxer la ristourne des acheteurs, porterait les coopératives à abaisser le prix de vente... « L'épargne populaire serait dès lors cruellement atteinte sans que la classe si intéressante des petits commerçants en retirât aucun profit ; *la clientèle échapperait .. alléchée par le prix extraordinairement réduit* auquel les coopératives se verraient contraintes de céder leurs marchandises. » (Exposé des motifs.)

V

RÉFORMES DIVERSES

Au bout de tout classement se trouve le lot des choses inclassables. Je réunis ici, pour l'importance documentaire, une série de propositions diverses :

1° La coopérative ne pourrait pas dépasser les bénéfices des commerçants ordinaires. Je réclame donc un *impôt progressif sur les bénéfices des coopératives de consommation* vendant à d'autres qu'à leurs membres ; ce serait un impôt de compensation, rétablissant un équilibre aujourd'hui rompu au détriment du détaillant. (De Cuyper, délégué du *Vrije Burgersbond*, Gand. Congrès int. comm. et ind. Bruxelles, 9 septembre 1897).

2° De M. de Cannart d'Hamale, président d'honneur de la Fédération des Burgersbonden (passim) : .... « Il faut

exiger *que les coopérateurs soient de nationalité belge*, ou aient reçu la grande naturalisation. Exclure les individus qui ont encouru une peine infamante..... ; défendre ... de mentionner dans les statuts que la société est un groupe politique socialiste, que les coopérateurs par leur inscription sur les livres de la coopérative font *adhésion au programme du parti ouvrier belge*, auquel ils sont affiliés (cette clause est immorale); ..... d'exiger que les *Grands Livres des sociétés coopératives* restent déposés aux locaux mêmes de l'exploitation, qu'ils doivent se faire en double expédition, que les uns resteront à la disposition du comptable responsable, les autres seront enfermés dans un double coffre-fort, précaution à prendre pour les mettre à l'abri des incendies et de ceux qui trouveraient intérêt à les soustraire. »

3° Du même, au Congrès de Bruges (1901) : « Défendre aux coopérateurs d'élaborer des statuts qui sont contraires à la loi du 18 mai 1873 et exiger pour ces motifs qu'ils soient soumis à l'approbation des ministres du Travail et de la Justice.....

» Exiger la suppression des jetons représentant la valeur des marchandises à fournir, cet avantage constituant une concurrence trop sérieuse. C'est, du reste, un mode de payement à terme, que la loi doit défendre ;

» Classer les coopératives sur le pied d'égalité, comme pour les commerçants, en ce qui concerne les droits de patente, autres impôts ou obligations ;

» Exiger en exécution de l'article 96 de la loi du 18 mai 1873, qu'il soit stipulé que les coopérateurs rayés, exclus ou démissionnaires, recevront intégralement leur part en espèces et qu'il leur sera accordé le droit pendant cinq ans, de prendre part, tant aux bénéfices qu'aux pertes ;

» Abroger l'article 124 de la loi de 1873, qui accorde au président du tribunal de commerce la faculté de faire verser le cautionnement par les demandeurs. Remplacer

cette formalité par les sociétés coopératives. Supprimer le cinquième des intérêts et le remplacer par cet avantage, qu'un coopérateur aura le droit d'assigner avec assignation ;

» Exiger qu'une coopérative ne pourra exercer d'autres opérations que celles prévues par ses statuts, de même qu'elle ne pourra se transformer sous une autre forme, sans que la liquidation et le partage soient effectués par un acte notarial et publié du MONITEUR ;

» Exiger pour toutes les sociétés coopératives qui ont obtenu la personnification civile, l'inventaire de l'appui du bilan, ainsi qu'un contrôle très sévère, exercé par des fonctionnaires de l'État, règlement déjà appliqué aux industries privées, et permettre à ces fonctionnaires de vérifier les comptes de la société ;

» Exiger que la loi qui régit les sociétés coopératives, soit affichée dans toutes les places occupées par la coopérative d'une manière très apparente, en français et en flamand ;

» Exiger des coopératives d'enfermer tous les livres de comptabilité dans le coffre-fort du local de la société ;

» Veiller surtout à l'application des articles 104, 105, 106, 107 et 134 de la loi de 1873 et ordonner aux tribunaux de commerce, de faire exécuter cette loi.

Tout en appliquant l'article 133 de la loi 1873 : « Seront punis d'une amende de 50 francs à 10 000 francs et pourront en outre être punis d'un emprisonnement d'un mois à un an, les gérants ou administrateurs qui, en l'absence d'inventaires frauduleux, ont opéré la répartition aux actionnaires de dividendes ou d'intérêts non prélevés sur les bénéfices réels » ; il faudrait y ajouter : « Les mêmes peines seront applicables pour tout abus, fraude, irrégularité, négligence ou autres délits, commis par les gérants ou administrateurs et non prévus par la dite loi. »

4° De l'Association générale des Brasseurs et de M. De Cuyper : Imposer la responsabilité solidaire illimitée

à tous les membres des coopératives. *Contra,* M. Goossens, rapporteur de Gand : « Les coopératives ne pourront posséder qu'un capital maximum et être responsables pour le montant intégral de ce capital. »

5° De la même : Interdiction absolue de diviser le capital social en actions.

6° De la Fédération nationale des patrons boulangers :

Appliquer strictement la loi sur les sociétés coopératives, sous peine de dissolution et de confiscation des valeurs et des propriétés qui reviendraient aux administrateurs qui ne se comporteraient pas selon la loi ;

Ne tolérer la coopération que pour les ouvriers à salaire peu élevé, conformément à la loi de 1873 ; obliger les boulangeries coopératives à vendre leur pain à un prix fixé d'avance, tel qu'il ne donnera pas d'excédent, qui plus tard est rendu sous forme d'autres marchandises ;

Rendre les gérants personnellement responsables de leur gestion et les soumettre en conséquence à la loi sur les faillites, etc. ;

Ne tolérer les économats entre employés et ouvriers qu'à cette dernière catégorie, et en cas d'abus retirer l'autorisation ;

Défendre la coopération aux officiers et à tous autres hauts fonctionnaires ;

Imposer les sociétés anonymes et exploitations capitalistes suivant leur chiffre d'affaires.

H. Lambrechts.

LA SCIENCE DE LA RELIGION

ET

LA SCIENCE DU LANGAGE

D'APRÈS MAX MÜLLER (1)

DEUXIÈME PARTIE

I

LANGAGE ET PENSÉE

Grâce au merveilleux instrument du langage, l'homme élabore sa pensée, la communique à ses semblables, l'emmagasine comme un trésor, la transmet comme un héritage, l'incruste, pour ainsi dire, dans les formes pétrifiées des idiomes éteints, et de la sorte se survit à lui-même. Bien connue, l'histoire du langage serait la meilleure histoire de l'humanité.

Malheureusement, ces archives du genre humain sont très fragmentaires, oblitérées par le temps, d'une lecture souvent impossible et d'une interprétation presque toujours douteuse. En dépit des bouleversements, des dislocations, des cataclysmes, des stratifications discordantes, des lacunes inexpliquées, le géologue peut encore, tant bien

(1) Voir Revue des Questions scient., avril 1901, pp 506-540.

que mal, à travers les couches terrestres, suivre l'histoire primitive de notre globe, établir des séries de phénomènes, assigner des époques relatives, tenter enfin une chronologie. Rarement aussi favorisé, le linguiste compulse en vain ses documents épars ; dans le livre qu'il essaye de déchiffrer il manque trop de feuillets, et les pages échappées à la destruction sont pour la plupart frustes et incohérentes. Des milliers d'idiomes ont péri sans laisser de trace ; ceux qui subsistent encore découragent par leur nombre le travailleur le plus infatigable, désespèrent par leur diversité l'érudit le plus audacieux.

Un certain nombre de philologues, incapables de se débrouiller dans cette variété infinie, en sont venus à conclure que les langues sont irréductibles ; plusieurs même sont allés jusqu'à soutenir que la diversité originaire des langues prouve sans réplique la pluralité des races ; mais ces derniers heurtent si violemment la logique et le bon sens que Renan, tout partisan qu'il est de l'irréductibilité, s'est cru obligé de les rappeler à la raison. Il le fait de ce ton tranchant qui lui est familier et avec ce dogmatisme hautain qui dispense de preuves.

Les preuves sont faciles et des linguistes de premier ordre, tels que Whitney (1) et Max Müller, se chargent de les administrer. De même que la distance entre deux lignes divergentes peut dépasser toute mesure, les développements du langage tendent à s'éloigner à l'infini. Il ne reste donc au philologue aucun moyen d'établir la diversité originaire des langues. Combien plus doit-il s'abstenir de conclure à la pluralité des races !

Dès ses premiers pas dans la carrière scientifique, Max Müller avait nettement formulé ces deux théorèmes :

(1) Whitney, *La Vie du Langage* (Biblioth. scientif. internat.) Paris, 1875. La thèse est assez longuement développée. Voici la conclusion, p. 222 : « Nous ne pouvons rien prouver contre l'unité originelle du langage. » La conséquence est facile à tirer, p. 221 : « La linguistique ne prouvera jamais la variété des races et des origines humaines. »

I. Rien n'oblige à admettre des origines indépendantes pour les éléments *matériels* (racines) des langues touraniennes, sémitiques et aryennes ; au contraire, il est possible d'indiquer des racines qui, diversement travesties et transformées aujourd'hui, ont eu cours dans ces trois groupes de peuples dès avant leur séparation première.

II. De même pour les éléments *formels* (flexion et grammaire). Bien qu'il soit impossible de dériver le système grammatical aryen du système sémitique ou réciproquement, on se rend parfaitement compte comment, sous diverses influences, par l'usure des mots et le jeu incessant du langage, se sont produites les différences grammaticales que nous constatons maintenant (1).

Arrivera-t-on jamais à établir l'unité primitive des langues ? C'est bien peu probable. En effet, si l'irréductibilité échappe à toute preuve directe, comme nous venons de le voir, la thèse contraire est aussi peu susceptible de démonstration et cela pour les mêmes causes. D'un côté, l'écart réciproque des langues tend à l'infini ; de l'autre, les documents nous font le plus souvent défaut pour retrouver la loi de divergence. Essayez, par exemple, de comparer entre eux le français et l'allemand, en supposant qu'ils n'ont pas d'histoire. Comment parviendrez-vous à identifier étoile et *Stern*, dix et *zehn*, vingt et *zwanzig*, hier et *gestern*, pied et *Fuss*, onde et *Wasser*, sans passer par les intermédiaires (2) ? Comment reconnaître dans l'ad-

(1) *On the Turanian Languages* (Lettre au chevalier Bunsen), 1855, dernier chapitre intitulé : *On the Possibility of a common Origin of Language*. Voir aussi la *Stratification du Langage* (trad. Havet), Paris, 1869 (BIBLIOTH. DES HAUTES-ÉTUDES, fasc. 1).

(2) Ici le latin suffit presque seul à opérer le rapprochement. Étoile vient de *stella* (pour *sterula*), grec ἀστήρ, *astrum*, avec *a* prosthétique. *Stern* est moins déformé que notre *étoile*. — Dix vient de *decem*, vingt de *viginti* (pour *dviginti*), lesquels sont très voisins de *zehn* et de *zwanzig*, si l'on fait attention que le *h* allemand remplace souvent une palatale primitive et le *z*, une dentale. — Hier est *heri* et *gestern* est presque *hesternus*. — Dans *Fuss*, *f* pour *p* est exigé par la loi de Grimm. — Pour identifier onde à *Was-*

verbe *aujourd'hui* les six mots latins dont il est formé (1), sans même tenir compte des désinences casuelles ? Comment ramener le futur *serai* à ses éléments primitifs et retrouver, dans ses cinq lettres, cinq racines du langage indo-européen ? Ces problèmes sont relativement simples, grâce à la méthode historique usitée de nos jours ; mais, comme le dit son nom, la méthode historique suppose l'histoire et la plupart des idiomes parlés sur la surface du globe n'ont pas d'histoire.

A l'encontre des langues littéraires, douées d'une certaine stabilité, les langues sans littérature sont emportées, d'une incroyable vitesse, par le tourbillon de la corruption phonétique et du renouvellement dialectal. Souvent, deux ou trois générations successives les transforment de fond en comble ; et si le bisaïeul se levait de sa tombe, il serait à peine compris de ses arrière-petits-fils. Un jour peut-être, les Laplace ou les Leverrier de l'avenir calculeront le mouvement de translation de notre petit système solaire ; ils nous diront s'il fait partie de la Voie lactée et si la Voie lactée elle-même, nébuleuse microscopique dans l'immensité de l'univers, gravite autour d'un centre commun, infiniment éloigné de nous ; les observations et les cartes des astronomes actuels leur serviraient de base, et il n'est pas prouvé que ces éléments, en s'accumulant durant des milliers d'années ou de siècles, ne puissent suffire : mais, en face d'un passé impossible à ressusciter, parce qu'il a péri sans retour, la tâche du linguiste est cent fois plus ardue ; et quand il se propose de réduire à l'unité les langues polysynthétiques des Peaux-Rouges, les idiomes monosyllabiques de l'Asie orientale, les dialectes

ser (anglais *water*, gothique *vato*) il faut, par exception, remonter au grec ὕδωρ ou au sanscrit *uda* (racine UD ou UND). Mais, somme toute, les identifications proposées sont sans difficulté.

(1) *Ad-illud-diurnum-de-hoc-die.* Outre les six racines encore visibles dans le mot *aujourd'hui*, il y a au moins sept ou huit désinences casuelles ou suffixes de dérivation, qui ont été aussi des racines à l'époque préhistorique du langage.

variés à l'infini des Brésiliens, des Polynésiens et des Nègres d'Afrique, avec le parler des Aryens et des Sémites, il aborde un problème qui, selon toute apparence, aura toujours moins d'équations que d'inconnues.

Plus que cette question insoluble, deux importants problèmes de psychologie sollicitent aujourd'hui l'attention des savants.

1) La parole et la pensée sont-elles inséparables ?

Les rapports entre la parole et la pensée ont toujours préoccupé linguistes et philosophes. Une constatation facile c'est que la parole est le privilège exclusif de l'être pensant. A la vérité, quelques adeptes de Darwin se sont flattés de trouver, dans les îlots de l'Océanie ou les savanes de l'Amérique, des hommes muets ou des animaux parlants. Vaines recherches !

Ce n'est pas que l'organe de la parole manque à tous les animaux — on a entendu des merles chanter la *Marseillaise* — seulement ils ne savent pas s'en servir à propos. Un perroquet dressé à répéter le salut de commande : « Bonjour : comment allez-vous ? » ajoutera aussitôt, quelle que soit votre réponse : « Moi aussi, je vous remercie. » Le singe le plus anthropomorphe échouera comme le perroquet, car le museau ou le plumage n'y font rien : cela vient du cerveau, ou mieux du principe invisible caché derrière le lobe frontal. Nous comprenons une langue étrangère avant d'être à même de la parler ; pour les animaux bavards, tels que le geai et la perruche, c'est le contraire : ils parlent notre langue sans parvenir jamais à en comprendre un seul mot. On a vu, paraît-il, un orang-outang serrer la main des visiteurs, manier le couteau et la fourchette, trinquer, faire cercle après le repas ; on ne le verra jamais prendre part à la conversation. Il faut que les disciples de Darwin, plus darwinistes que

leur maître, s'y résignent : le langage articulé est l'apanage de l'homme.

Sur ce point, l'orthodoxie de Max Müller ne laisse rien à désirer.

Dans un long chapitre intitulé : « Le langage, barrière entre l'homme et la bête » (1), il raille sans ménagement Darwin et ses adeptes, Hæckel surtout, le moins mesuré et le plus fanatique de tous ; il rapporte, en l'approuvant, ce mot de Schleicher : « Si un porc me disait : Je suis un porc, il cesserait, *ipso facto*, d'être un porc à mes yeux. » Admirable est l'instinct de l'animal, déconcertant par sa sûreté et sa promptitude, plus merveilleux en un sens que la raison même. Souvenez-vous d'Ulysse déguisé en mendiant et revoyant sa chère Ithaque après vingt ans d'absence. A son approche, le chien Argos flaire et renifle, remue la queue, dresse l'oreille et meurt de joie. La nourrice Euryclée, au contraire, examine longuement l'aspect général, la forme du pied, le son de la voix, et ne reconnaît son maître qu'à une blessure caractéristique. Euryclée raisonne, Argos agit d'instinct ; mais l'instinct, malgré ses prodiges, s'arrête impuissant devant le langage : « La parole est le Rubicon que la brute ne franchira jamais » ; et la raison c'est qu'elle n'a point de concepts généraux ; « on doit lui accorder sensation, perception, mémoire, volonté, jugement, mais elle n'offre aucune trace de ce que les Grecs nommaient *logos*, mot qui justement et naturellement exprime à la fois le langage et la raison » (2).

Fort bien ; mais alors pourquoi répéter à satiété le fameux axiome : « Sans langage point de raison, sans raison point de langage » ? Que signifie cette déclaration : « La pensée vit dans le langage et seulement en lui » ? Ou cette autre : « Le langage est le véritable organe de notre esprit ; nous pensons avec nos mots, comme nous voyons avec nos

(1) *Science of Thought*, pp. 152-178.
(2) *Science of Language*, t. II, p. 71.

yeux » (1) ? En vain vous expliquez : « L'enfant et l'animal qui sont privés de langage sont pareillement privés de raison ; mais il y a entre eux cette différence que l'enfant possède les germes féconds de la raison et du langage tandis que l'animal, dans son état présent, en est dénué (2). » Votre explication ne fait qu'embrouiller le problème et vous tombez manifestement dans un cercle vicieux. Car, selon vous, on ne saurait penser sans être au préalable en possession de la parole, et, d'un autre côté, on ne saurait parler sans être déjà en possession de la pensée. Il s'ensuit que l'homme n'atteindra jamais ni la pensée ni la parole, et s'il y arrive, je vous demande pourquoi l'animal n'y parviendrait pas lui aussi. Après cela vous aurez beau me représenter des hommes muets, accroupis en face les uns des autres, se regardant d'un air béat, incapables de songer à rien, comme un troupeau de bœufs ou de moutons (3). La caricature n'est pas un argument ; nous savons tous que les sourds-muets, à qui le langage serait inutile puisqu'ils n'entendent pas, ont vite fait de trouver un autre moyen de communication ; et ce qu'ils échangent entre eux ce sont leurs pensées, je suppose.

Composés d'esprit et de matière, nous avons besoin, pour nos opérations les plus immatérielles, du concours de nos deux parties. Sans l'excitation des sens, l'entendement resterait inerte ; et cette excitation se fait le plus souvent et le plus naturellement par le moyen des mots. Les mots aussi président à l'association des idées, et si nous venions à les oublier tous, la sphère de notre activité mentale serait bien réduite : « Nous ne pensons jamais, ou presque jamais, à quelque objet que ce soit, que le nom dont nous l'appelons ne nous revienne, ce qui

(1) Voir le chapitre intitulé : « Thought and Language » dans *Science of Thought*, pp. 77-126 ; « Language and Thought », dans *Natural Religion*, pp. 351-384 ; « Language and Reason », dans *Science of Language*, t. II, pp. 50-86.

(2) *Science of Language*, t. II, p. 71.

(3) *Natural Religion*, p. 352.

marque la liaison des choses qui frappent nos sens, tels que les noms, avec nos opérations intellectuelles (1). » Ainsi parle Bossuet ; et Cousin est de son avis : « Le langage est certainement la condition de toutes les opérations complexes, et peut-être de toutes les opérations simples de la pensée (2). » Reid de même : « Le langage sert à penser aussi bien qu'à communiquer ses pensées. Le signe est tellement associé avec la chose signifiée que celle-ci ne s'offre point à l'esprit sans l'autre (3). » Idéalistes et sensualistes — sans parler des traditionnalistes dont c'est la thèse fondamentale — sont d'accord sur ce point. On n'aurait donc rien à objecter à Max Müller s'il n'entendait pas autre chose ; mais il identifie absolument *pensée* et *langage* ; il affirme que, sans le langage, nous n'aurions aucune conscience de nos pensées ; qu'un concept n'existe pas pour nous avant d'avoir un nom : « Prétendre, avec certains philosophes, que nous disposons d'un régiment de concepts nus, auxquels il faut donner l'uniforme des mots, implique une double impossibilité. D'abord ce magasin des mots, séparés des concepts, n'existe nulle part ; et puis on n'a jamais rencontré de concepts nus, pas plus qu'on ne trouve de lapins sans peau ou d'huîtres sans écaille. La parole n'est pas la pensée *plus* le son, mais la pensée est la parole *moins* le son (4). » En substituant aux preuves des plaisanteries, on s'expose à être payé de la même monnaie. C'est ce qui est arrivé à Max Müller, que son antagoniste Whitney malmène de la sorte : « Prétendre que l'idée attend pour se produire jusqu'à ce que le signe soit prêt, ou que la production de l'idée et du signe est une opération une et indivisible, c'est à peu près comme si l'on disait qu'un enfant ne peut venir au monde avant qu'on n'ait préparé une layette et un berceau ; car

(1) *Connaissance de Dieu et de soi-même*, t. III, p. 14.
(2) *Cours de 1819*, 1re partie.
(3) *Essai*, V.
(4) *Natural Religion*, pp. 355-356.

il a besoin de cela pour vivre et prospérer dans nos contrées (1). »

2) L'homme pouvait-il inventer le langage ?

Au rapport d'Hérodote (2), un roi égyptien, Psammétique, voulut savoir quelle langue les hommes parlent naturellement. Il confia donc à des bergers deux enfants qui venaient de naître, avec défense expresse de proférer devant eux aucune parole. Au bout de deux ans, on entendit les nourrissons prononcer le mot *bécos*, qui en phrygien signifie *pain*. Le roi en conclut que les Phrygiens étaient les plus anciens des hommes, puisqu'ils avaient conservé la langue primitive. Il fallait plutôt en conclure, si l'histoire n'est pas un conte, que les enfants en disant *bé* ou *bec* imitaient le bêlement des chèvres qui leur servaient de nourrices. Suivant Quintilien (3), l'essai de Psammétique ne serait pas un fait isolé. On attribue semblable tentative à Frédéric II de Souabe, à Jacques IV d'Écosse et surtout au fameux empereur mongol, Akbar (4).

L'expérience ainsi conçue était vouée à un échec certain. Il est inutile de la renouveler ; elle ne donnera jamais de résultat sérieux. Que l'homme ne parle point par instinct, comme l'oiseau bâtit son nid ou comme l'abeille fait son miel, personne n'en peut raisonnablement douter. La question est tout autre. Il s'agit de savoir si l'homme adulte et en société ne parviendrait pas à se mettre en communication avec ses semblables par le moyen de la parole. Le futur émule d'Akbar ou de Psammétique devrait donc attendre jusqu'à ce que les sujets

(1) Whitney, *Language and the study of Language*, 1884, p. 412.
(2) Hérodote, II, 2.
(3) *Instit. Orat.* X, I, 10 : « Infantes a mutis nutricibus jussu regum in solitudine educati, etiamsi verba quaedam emisisse traduntur, tamen loquendi facultate caruerunt. »
(4) Hervas, *Origine degl' idiomi*, 1785, p. 147.

soumis à l'expérimentation eussent atteint le plein usage de leur raison, les isoler cependant de telle sorte que jamais langage articulé n'arrivât à leurs oreilles, les empêcher d'assister, même de loin, à la conversation des autres hommes, car cette vue pourrait leur suggérer l'idée du discours. Qui ne voit qu'un pareil essai, outre qu'il serait inhumain, est encore irréalisable ?

Le cas d'individus égarés dans leur enfance et retrouvés muets dans leur âge adulte ne prouve rien. Comment, au fond des forêts, en compagnie des lièvres et des écureuils, auraient-ils songé à se créer un langage ? Mais s'ils venaient à se rencontrer par hasard, s'il leur plaisait de rester ensemble, dans un but d'attaque ou de défense, ou simplement parce que l'homme est naturellement sociable, qui les empêcherait d'inventer un idiome rudimentaire que le temps et la pratique se chargeraient de perfectionner ? Ils ont, avec l'organe de la parole, le besoin instinctif de communiquer leur pensée, besoin si impérieux que les sourds-muets ne tardent pas à le satisfaire par d'ingénieux artifices et que les sauvages les plus dégradés sont toujours restés en possession de la parole ; ils ont aussi la raison, c'est-à-dire la faculté de former des concepts généraux et de les associer : que leur faut-il davantage ?

Les arguments des traditionnalistes contre la possibilité d'un langage inventé par l'homme ne paraissent pas décisifs. Ils ne le seraient qu'à condition d'admettre au préalable l'identité de la pensée et de la parole, ou du moins un lien si étroit que l'une soit inséparable de l'autre. Mais cette hypothèse gratuite, grosse de dangers si on la pousse à ses dernières conséquences, est contraire à l'axiome favori de Bonald et de son école : « L'homme pense sa parole avant de parler sa pensée. »

Sur la question théorique qui nous occupe, la Bible ne nous dit rien ; sur le fait de l'apparition du langage, peu de chose. Adam donne aux animaux, providentiellement amenés devant lui, des noms qui leur conviennent. Dans

cet acte de souveraineté, il enrichit son langage, mais ne le crée point. Par quel instinct, par quelle impulsion a-t-il proféré les premières paroles? Nous l'ignorerons toujours. Un vocabulaire logé de force dans sa mémoire ne lui eût servi de rien. Le terme évoqué ne réveille aucune idée, à moins que l'esprit ne sache d'avance le lien qui l'unit aux objets. Pour utiliser une langue, plaquée dans notre mémoire à notre insu et sans notre coopération, il faudrait un nouveau miracle, beaucoup plus extraordinaire que le premier.

L'invention du langage, si elle est possible, serait laborieuse pour nous dont l'esprit est une table rase et le resterait toujours sans les excitations successives du dehors. Mais supposez un homme doué de science infuse, tel que la théologie nous montre Adam au sortir des mains créatrices ; cet homme aurait, semble-t-il, peu de peine à extériorer sa pensée par le moyen de la parole.

Les choses se passèrent-elles ainsi dans l'Éden ? Grégoire de Nysse le croyait, ainsi que son frère, Basile-le-Grand : « Le Créateur ayant fait les animaux capables de marcher, leur laisse exercer à leur gré la faculté motrice ; de même, ayant donné à l'homme le pouvoir de proférer des sons et d'exprimer sa pensée au moyen de la voix articulée, l'homme, de lui-même et spontanément, se mit à nommer de noms différents les différents objets (1). » Le langage ainsi formé est d'institution divine plutôt que d'invention humaine, vu le don gratuit de science infuse et un secours spécial de la Providence qui abrègent les tâtonnements et suppriment ce long mutisme que la rai-

(1) *Contra Eunom.* XII (Migne, t. XLV, col. 994). Saint Grégoire défend son frère attaqué par Eunomius. Celui-ci prétendait que Dieu parlait une langue quand il disait : « Que la lumière soit » et qu'il avait enseigné ce langage à notre premier père. Nous voyons que l'opinion des deux illustres Cappadociens a les préférences du P. De Cara, CIVILTA CATTOLICA, 1887, série XIII, t. VI, p. 423. On trouvera une bibliographie complète des travaux relatifs à l'origine du langage dans la même Revue, t. V, pp. 404-403 de la même série.

son, aussi bien que la révélation, nous empêchent d'admettre dans le premier homme.

Dieu eût-il révélé le langage au sens le plus réaliste du mot, par manière de dictée, il se serait sans doute accommodé à notre nature et les choses se passeraient à peu près comme si l'homme en était l'auteur. Ainsi les inductions et les théories des linguistes sur le premier idiome humain sont parfaitement conciliables avec la révélation.

1° Des racines en petit nombre (1) sont le premier fonds du langage : racines qui n'étaient pas de simples abstractions, comme les thèmes des grammairiens grecs et hin-

(1) La Bible compte environ 500 racines pour 5642 mots hébreux et chaldéens. Le chinois, où tous les mots sont racines, en a 450 (1265 avec les différents tons ou accents) pour les 42 718 caractères du dictionnaire impérial de Khang-hi. Dobrowski donne 1605 racines aux langues slaves, mais il n'a sans doute pas poussé assez loin l'analyse. Benloew se contente de 600 éléments radicaux pour le gothique, de 250 pour l'allemand actuel : Skeat de 461 pour l'anglais. Benfey porte le nombre des racines sanscrites à 1706, mais Edgren a montré que ce nombre devait être réduit au moins de moitié. Cf. Max Müller, *Science of Thought*, pp. 331-350 ; *Science of Language*, 1899, t. I, chap. IX, pp. 375-380. De fait, cinq ou six cents racines suffisent au plus riche vocabulaire et rendent compte des 150 000 mots des dictionnaires grecs ou arabes. On le comprend sans peine si l'on songe à la fécondité prodigieuse de certaines racines. Voyons par exemple ce que devient en grec la racine BHAR dont le sens générique est « porter ». D'abord la voyelle primitive se maintient, comme dans φαρέτρα, carquois, ὄφαρ, aussitôt ; ou bien elle se différencie, soit en ε, comme dans φέρω, porter, φέρετρον, brancard, φερνή, dot, soit en ο ou ω, comme dans φόρος, tribut, φορός, qui porte, φορέω, porter, φορμός, panier, φόρτος, fardeau, φόρμιγξ, lyre, φώρ, voleur. Chacun de ces mots peut à son tour donner naissance à une nombreuse famille. Ainsi φορέω, porter, donne : φορεῖον, litière, φορεσία, vêtement, φόρημα, charge, φόρησις, action de porter, φορητός, qu'on peut porter ou qui sert à porter, etc. Ces groupes familiaux se multiplient sans mesure au moyen des particules prépositives. Le thème φέρω admet les dix-sept préfixes suivants : ἀνά, ἀντί, ἀπό, διά, εἰς, ἐκ, ἐν (ἐμ), ἐπί, κατά, μετά, παρά, περί, πρός, σύν (συμ), ὑπέρ, ὑπό ; le thème secondaire φορέω en reçoit au moins une douzaine, et ainsi des autres. Les verbes formés de la sorte font souche à leur tour ; on a de συμφορέω, συμφόρημα, συμφόρησις, συμφορητός. Avec le procédé si commun en grec de la composition des mots, on peut dire que la croissance d'une racine n'a pas de limites ; on serait sans doute au-dessous de la vérité en portant à mille le nombre des dérivés et composés de la racine BHAR.

dous, mais de vrais éléments du discours. Car tout ce qui est mort dans le langage a été vivant, tous les mots vides ont été pleins, tout ce qui n'a plus de sens a signifié quelque chose, tous les mots et suffixes actuels étaient à l'origine racines et mots, mots en acte, racines en puissance.

2° Il y a eu partout deux classes de racines : les racines *prédicatives*, les plus nombreuses de beaucoup, comprenant les notions (noms et verbes), et les racines *démonstratives*, comprenant les pronoms et les signes de relation (1). Les efforts de plusieurs savants (Grimm, Weber, Schleicher) pour ramener à l'unité ces deux catégories ont échoué. Ceux qui, trouvant ce dualisme trop étroit, réclament une troisième ou même une quatrième classe de racines (Pott) n'ont pu justifier leurs prétentions.

3° Enfin les racines étaient monosyllabiques : c'est un postulat que semble exiger la loi du moindre effort. Pourquoi deux émissions de voix quand une seule suffisait ? Le chinois n'est pas sorti de ce premier stage, bien qu'on y remarque aujourd'hui une tendance à unir deux ou plusieurs mots sous un même accent. Le dissyllabisme des racines sémitiques n'a rien de primitif : on distingue encore presque toujours la consonne surajoutée ; et dans nos langues indo-européennes l'analyse des mots nous conduit sans effort à un résidu monosyllabique.

En somme, rien ne permet d'identifier le langage et la pensée ; il faut que la pensée précède, pour que le langage devienne possible. La première apparition du langage étant une question de fait compliquée d'une question de droit,

(1) C'est la terminologie de Max Müller. On dit aussi : Racines verbales et pronominales (Bopp, Whitney), matérielles et formelles (Heyse), qualitatives et démonstratives (Steinthal), prédicatives et indicatives (Curtius, Schömann), racines d'idées et racines de rapport (Schleicher). Voir Delbrück, *Einleitung in das Sprachstudium*, 1880, pp. 76-78.

Comment et dans quel ordre ces éléments se sont-ils soudés et amalgamés de manière à former certains mots grecs et sanscrits où le procédé synthétique est poussé à l'extrême ? Curtius a essayé de résoudre cette question dans sa *Chronologie dans la formation des langues indo-germaniques* (trad. par Bergaigne, BIBLIOTHÈQUE DES HAUTES-ÉTUDES, t. I, 1869).

dont les données nous échappent, on ne doit pas en parler comme si elle était résolue. Elle ne l'est pas et ne saurait l'être; car la révélation est obscure et la raison conduirait tout au plus à une solution possible, sans toucher la question de fait.

II

LANGAGE ET RELIGION

Si le langage ne crée pas la pensée, s'il n'en est ni le substratum nécessaire ni la condition essentielle, il est certain qu'il réagit sur elle : après avoir reçu son empreinte, il la façonne et la modèle à son tour. Que d'erreurs circulent dans le monde sous le couvert de mots mal formés à l'origine, chargés par la suite d'acceptions arbitraires, qui réveillent des idées peu exactes ou des impressions intempestives ! Débarrasser le langage de cette végétation parasite est le travail assidu du philosophe. Parfois une science nouvelle, désespérant de trouver une expression adéquate dans le magasin des mots usités, en est réduite à se forger un vocabulaire. Platon lui-même, sans se repaître de chimères, sans rêver de Pasilingua, de Volapük, d'Espéranto, de Langue bleue, sans imaginer une Spécieuse générale, comme Leibniz, ou une Langue philosophique, comme Wilkins, songeait, sous les ombrages d'Académus, à atténuer les imperfections du grec.

Dans son *Essai sur l'entendement humain*, Locke consacre un livre sur quatre, le troisième, au rôle du langage ; et parmi des vues surannées que le progrès de la science peut nous faire trouver aujourd'hui obscures, banales et puériles, mais qui sont parfois ingénieuses, en tout cas assez remarquables pour l'époque, il s'attache à établir que les noms des choses abstraites ou immatérielles dérivent tous de mots exprimant des idées sensibles. Il

cite comme exemples *imaginer*, *appréhender*, *comprendre*, *adhérer*, *concevoir*, *dégoûter*, *esprit*, *ange*, *tranquillité*, et autres vocables dont l'origine matérielle ne laisse subsister aucun doute. Il lui était fort aisé d'allonger sa liste.

On porte aux nues la perspicacité de Locke, à propos d'une découverte que le vieil Aristote avait faite depuis deux mille ans : *Nihil est in intellectu quod non prius fuerit in sensu* est un axiome universellement reçu dans l'École, sur la foi du Stagirite. L'intelligence reçoit des sens toute la matière où s'exerce son activité spirituelle. Il est donc naturel que le langage, expression de la pensée, ait pour point de départ un objet ou un acte sensible. Chaque fois qu'on a pu suivre l'histoire d'un mot abstrait et remonter le cours de la notion la plus dégagée de la matière, on a toujours rencontré au bout une image concrète ou une représentation matérielle, et le contradicteur de Locke, Victor Cousin, ne trouve pas un seul fait certain à lui opposer.

La langue de la philosophie et de la religion, autant que celle de la poésie, est encombrée de métaphores ; mais tandis que le poète recherche les figures vivantes et parlantes, pour ainsi dire, le philosophe préfère les tropes oblitérés par l'usage, rendus méconnaissables par le temps. Si la métaphore est la poésie inconsciente du langage, elle est aussi la condition première de notre activité intellectuelle et des progrès de notre esprit. Dans le domaine entier des sciences abstraites nous en sommes, bon gré mal gré, tributaires. Au sens propre, l'âme est un *souffle* et l'esprit aussi ; être c'est *respirer*, penser c'est *peser*, conclure c'est *renfermer* une conséquence dans ses prémisses, et ainsi de suite. Nous pouvons si peu nous passer de cette monnaie, que lorsqu'elle est rongée par le frai, le parler humain ne tarde pas à frapper de nouvelles pièces dont le contour soit plus net et l'empreinte visible.

Combien gagnerions-nous à connaître la manière dont s'est formé le langage et les procédés suivis par l'esprit

humain dans l'imposition des noms ! Malheureusement la sémantique ne fait que de naître, et la question de l'origine du langage, malgré d'innombrables travaux, reste insoluble.

Systèmes divers sur l'origine du langage

Les écrivains qui, désireux avant tout d'écarter l'intervention divine, ont demandé à l'évolution naturelle l'explication du langage n'ont abouti jusqu'à ce jour à aucun résultat satisfaisant.

Dire que l'homme parle *d'instinct*, que les langues sortent toutes formées du moule de notre esprit, comme Minerve sortit tout armée du cerveau de Jupiter, que la parole vient se joindre à chacun des actes de l'intelligence, en vertu de notre constitution psychologique, c'est d'abord contraire à toute expérience et puis c'est ne rien expliquer. Les docteurs bernés par Molière, au gré desquels l'opium fait dormir à cause de sa vertu dormitive, n'étaient pas plus simplistes et l'on s'étonne que Renan, avec ses prétentions à la philosophie, se soit engagé dans cette voie.

La théorie de l'*onomatopée* fut longtemps en vogue. L'homme est le plus imitateur des animaux, a dit Aristote. Les sauvages de nos jours reproduisent à la perfection le cri des bêtes et le bruit des éléments. Il paraît que nos premiers ancêtres, dans l'état de mutisme où on les suppose plongés, s'amusaient à imiter les chants du rossignol, les aboiements du chien, les rugissements du lion, le murmure des ruisseaux, le grondement des cascades, les soupirs de la brise, le bruissement des feuilles agitées par le vent. En imitant le son des objets ils les nommaient : ce fut le premier rudiment du langage.

Trois faits, dûment constatés, ont porté le coup de grâce au système de l'onomatopée, si cher aux philosophes du XVIIIe siècle : 1° Dans nos langues indo-

européennes — et en général dans toutes les langues connues — le nom de presque tous les animaux, au lieu d'en imiter le cri, les désigne par une qualité saillante. Quand on a cité à l'encontre le coucou, cet oiseau que l'on ne voit guère et dont le chant est si caractéristique, on ne trouve plus guère d'autre exemple d'onomatopée. — 2° Les mots formés ainsi, à très peu d'exceptions près, sont stériles et ne font pas souche (1). Ils encombrent le langage, bien loin de l'enrichir. — 3° Plus on remonte le cours des langues, moins les onomatopées s'y rencontrent; c'est le contraire qui arriverait si elles constituaient le fonds primitif du langage.

L'hypothèse de l'*interjection*, si brillamment défendue par l'éloquent disciple d'Épicure, adoptée chez nous par Condillac et par d'autres philosophes sensualistes, n'est pas mieux fondée. Pour lui donner plus de force ses champions l'associent volontiers à la théorie de l'instinct :

> Postremo, quid in hac mirabile tantopere est re,
> Si genus humanum, cui vox et lingua vigeret,
> Pro vario sensu varia res voce notaret,
> Cum pecudes mutæ, cum denique sæcla ferarum
> Dissimiles soleant voces variasque ciere,
> Cum metus aut dolor est, et cum jam gaudia gliscunt (2).

Le chien jappe, hurle, gémit, glapit, suivant l'objet qui frappe son regard ou son odorat. Ainsi faisait l'homme

(1) Les exceptions sont rares dans toutes les langues. En français une des plus extraordinaires est la nombreuse famille étymologique du mot *coq*, sanscrit *kukkuta*, formé par onomatopée ainsi que *coquerico*. *Coq* donne les diminutifs *cochet* et *coquet* avec ses dérivés *coquetterie*, *coquettement*, dont le sens figuré s'est maintenu seul, les augmentatifs *coquâtre* (demi-chapon) et *coquard* qui signifiait jadis « fou, benêt » et d'où vient *cocarde*, les verbes *coqueter*, proprement « imiter le coq » et *coqueliner*, maintenant inusité, les noms de plantes *coquelicot* et *coqueret* ou *coquerelle*, dont la fleur rappelle la crête du coq, le mot *coquetier* « marchand d'œufs et de volailles », enfin très probablement *coquin*, *coquinet*, *coquinerie*, qu'il est bien difficile de tirer du latin *coquus* « cuisinier »; sans parler d'un certain nombre de mots composés, *coq d'Inde*, *coq de mer*, *coq de bruyère*, *coq des marais*, *coqueplumet* (vieilli), *coq-à-l'âne*, etc.

(2) Lucrèce, *De natura rerum*, V, 1056 et suiv.

primitif; et ce faisant, à la longue, il créa le langage. Cela est bientôt dit ; mais éternuer, tousser, rire, accompagner d'un *ah !* d'un *oh !* d'un *ih !* d'un *aï !* une sensation de crainte, de surprise, de plaisir, de douleur, ce n'est pas encore parler. Ces exclamations sont à la frontière du langage : là où elles cessent le langage commence. Les interjections n'entrent en jeu que lorsque la soudaineté ou la violence d'une impression fait oublier à l'homme qu'il est en possession de la parole ou ne lui laisse pas le temps d'y recourir. Comme l'onomatopée, l'interjection est inféconde (1) ; enfin l'analyse des idiomes les plus anciens ne permet pas de l'y constater avec plus de fréquence. Elle n'a donc dans le langage qu'un rôle très accessoire et son apport est quantité négligeable.

Système adopté par Max Müller

Max Müller poursuivit toujours de ses sarcasmes ces explications, qui véritablement n'expliquent pas grand' chose. Il qualifiait la théorie de l'onomatopée de système *Baou-waou* (c'est le nom que devrait avoir le chien dans cette hypothèse) et la théorie de l'interjection de système *Peuh !-peuh !* Mais ses adversaires prirent bien leur revanche quand ils le virent se rallier à une hypothèse encore plus invraisemblable.

Il n'en était pas l'inventeur. Heyse, Steinthal, Lazarus, d'autres linguistes (2) peut-être l'avaient précédé dans cette trouvaille.

C'est une loi générale de la nature que tout objet frappé *résonne*, en rendant sa note particulière. Il en est de

(1) On peut citer comme exceptions αἴαζω, αἴαγμα, de αἶ exclamation de douleur.

(2) Chavée, *Idéologie lexicologique des langues indo-européennes*, Paris, 1878. Fr. Müller, *Einleitung* etc. Vienne, 1876, s'efforce de fondre en un tous les systèmes. Cf. P. Regnaud, *Origine et philosophie du langage*, Paris, 1888.

même de l'homme, le mieux organisé des êtres. Il possédait la faculté instinctive de *résonner* sous le coup des impressions extérieures ; mais cette faculté créatrice qui donnait aux sensations une expression phonétique, à mesure qu'elles vibraient dans le cerveau, s'éteignit en nous, une fois son rôle rempli. L'homme aurait donc été à l'origine une sorte de *cloche* perfectionnée, capable, sous diverses influences, de rendre tous les sons. C'est ce qui a fait donner à cette hypothèse, pour la distinguer des deux précédentes, le nom de système *Ding-dong*.

Je ne pense pas qu'elle mérite une réfutation en règle. Le simple exposé est la meilleure des réfutations (1). Aussi bien, Max Müller l'abandonna-t-il, pour embrasser sans réserve les vues d'un linguiste philosophe, Victor Noiré (2).

Avez-vous jamais observé un groupe de personnes accomplissant en commun une besogne pénible ou monotone — marins ramant contre la tempête, bûcherons roulant un tronc d'arbre, et même soldats en marche ou femmes assises autour d'un rouet? Vous les voyez rythmer leurs mouvements par des cris cadencés, qui sont comme une réaction naturelle à la sensation désagréable de l'ennui ou de l'effort. Ces vibrations presque inconscientes de l'organe vocal correspondent au mouvement régulier de tout le corps. A la longue, les mêmes sons souvent répétés s'associent spontanément aux mêmes actes, ils en deviennent les signes naturels. Émis par des hommes qui unissent leur action, ils sont compris de tous les membres de la communauté. En résumé, « les racines sont nées du

(1) Les plaisanteries ne lui furent pas épargnées. Whitney, *Language and the Study of Language*, Londres, 4e édit. 1884, p. 427, après avoir dit que l'hypothèse est sans valeur et sans fondement, qu'elle repose uniquement sur la comparaison fantaisiste de la cloche, finit par un trait d'humour que notre langue ne saurait rendre : « We wonder it was not added that, like other bells, he naturally rang by the tongue. » *Tongue* en anglais signifie à la fois langue et battant (de cloche).

(2) V. Noiré, *Der Ursprung der Sprache*, 1877 ; *Logos*, 1885.

cri qui accompagne nos premiers actes sociaux. Ce *clamor concomitans* devient *significans* dès qu'il est proféré avec l'intention de nous rappeler à nous-mêmes ou de rappeler aux autres l'acte commun (1).

De prime abord, deux faits semblent militer en faveur de cette hypothèse.

Tout le monde a pu remarquer, sans être philologue, une certaine affinite entre les idées et les mots correspondants. On connaît à ce sujet les vues de Platon. La lettre *r*, produite par une vibration de la langue, serait spécialement apte à désigner tout ce qui vibre, roule, court, bruit, brise, broie, croule, tremble. Les sifflantes seraient l'expression naturelle du souffle et du sifflement, la liquide *l* de ce qui est lisse et léger, et ainsi des autres. Mais le ton badin du philosophe empêche d'accorder trop d'importance à ses dires et peut-être tout son exposé n'est-il qu'un innocent persiflage des grammairiens à la mode. L'exclamation d'Hermogène le ferait croire : O Socrate, Cratyle se moque de moi ; il me parle sans cesse d'un rapport entre les idées et les noms, mais il ne me dit jamais en quoi consiste ce rapport (2). C'est qu'en effet ce rapport est très malaisé à définir et, plus on y réfléchit, plus on arrive à se convaincre qu'il est presque partout imaginaire. La comparaison des langues et le peu d'uniformité des interjections chez les divers peuples nous confirment dans cette impression ; et si, dans quelques cas, le rapport est indéniable, c'est un phénomène trop particulier, trop accidentel et trop vague, pour en faire l'objet d'une loi.

(1) *Science of Thought*, p. 552.

(2) Si Platon s'égaye, saint Augustin, dans un ouvrage de jeunesse *(De Dialectica)* est sérieux : « ... Donec perveniatur eo ut res cum sono verbi aliqua similitudine concinat, ut cum dicimus æris tinnitum, equorum hinnitum, ovium balatum, tubarum clangorem, stridorem catenarum (perspicis enim hæc verba ita sonare ut ipsae res quae his verbis significantur). » Suivent d'autres exemples : *lene*, *lana*, *mel*, *voluptas*, pour la douceur ; *asperum*, *acre*, *crux*, *vepres* pour l'âpreté et l'amertume.

Max Müller attache une extrême importance à cet autre fait, favorable à sa thèse. Les racines de la langue sanscrite, inventoriées quatre ou cinq siècles avant l'ère chrétienne par le célèbre grammairien Panini, sont, en défalquant les doublets, les formes secondaires, les mots étrangers, au nombre d'environ huit cent cinquante. Le savant professeur d'Oxford s'est donné la peine de les étudier longuement et il les a rangées sous cent vingt et un concepts généraux (1). Or, il trouve que presque tous ces concepts désignent « des actes, en particulier les actes les plus ordinaires, accomplis en commun par les membres d'une société primitive, comme creuser, couper, frotter, tirer, frapper, tresser, tisser, semer, ramer, marcher, etc. » (2). De plus, ces racines forment souvent des groupes ; une lettre ajoutée ou changée modifie la signification, tout en conservant l'idée générale ; on comprend, dans la théorie du cri spontané, que des idées connexes aient donné naissance à des mots semblables (3).

(1) *Science of Thought*, pp. 404-406, 619-632.

(2) *Ibid.*, p. 272.

(3) Soit la racine MAR, broyer. Le groupe radical, en négligeant les formes secondaires, peut se figurer ainsi :

MARK (blesser)
MARS (frôler) MARKH (périr)
MARSH (oublier) MAR MARG (polir)
(broyer, mourir)
MARDH (effacer) MARN (écraser)
MARD (frotter)

La question est de savoir si ces neuf racines et quelques autres apparentées sont primitives, c'est-à-dire nées indépendamment lors de la formation du langage, comme le pense Max Müller au moins pour plusieurs d'entre elles, ou si elles dérivent de la racine fondamentale MAR par l'addition d'une lettre qui les différencie, tout en maintenant la notion générique. Ce qui favorise la seconde alternative c'est : 1) que les lettres additionnelles sont en général les mêmes pour les diverses racines, 2) que dans les langues sémitiques, où se rencontre un phénomène analogue, la lettre ajoutée est souvent une semi-voyelle ou s'obtient par redoublement. Exemple : *pārad*, séparer, *pārat*, *parām*, *pāraq*, déchirer, *pāras*, *pārats*, *pārar*, briser, *pāras*, étendre, *pārash*, diviser, distinguer, *pārāh*, *pārakh*, fendre le germe, pousser, fructifier, *pûr*, briser. Ces formations paraissent plutôt successives que simultanées ; elles supposeraient donc un thème fondamental monosyllabique et bilittère, PAR, fendre, qui a disparu quand a prévalu le trilittérisme.

Cet argument porte à faux. Même dans la liste de Max Müller, la plupart des concepts ne désignent pas des actes, au moins des actes sociaux ; par exemple : être, sauter, s'éveiller, craindre, briller, puer, être assis, être debout, suer, avoir faim, dormir, etc. Si toutes les racines peuvent être traduites par un verbe, cela tient au système artificiel des grammairiens hindous qui, ne reconnaissant d'autres racines que les racines verbales, négligent par conséquent toutes les racines démonstratives, celles qui ont produit les noms de nombre, celles qu'ont fournies l'onomatopée et l'interjection, enfin la classe nombreuse des mots primitifs, comme les noms des parties du corps et des relations de parenté (1), qu'on s'efforce contre toute raison de dériver d'un verbe. Les groupes formés autour d'une racine trouvent leur explication naturelle dans le besoin de différenciation inné à l'homme ; ils sont donc secondaires et ne prouvent rien pour les origines.

Supposons cependant, pour en apprécier les conséquences, que la théorie *synergastique* — car c'est ainsi qu'elle a été baptisée par ses auteurs — soit fondée en raison. Par hypothèse, la racine désigne en premier lieu l'acte, surtout l'acte social, l'acte accompli en commun ; mais avec des intonations différentes ou à l'aide de gestes tenant lieu de pronoms démonstratifs, elle signifiera tour à tour l'agent, l'instrument, le lieu et le résultat de l'action (2) ; proférée d'un ton impérieux elle équivau-

(1) On est allé jusqu'à dériver d'un verbe les mots hébreux *āb* père, *ēm*, mère ou les mots sanscrits *pitar*, *mātar* ; *āb* viendrait de *ābāh* vouloir, *ēm* de *amam* précéder, de même *pitar* viendrait de PÂ protéger et *mātar* de MÂ mesurer, produire. Les noms du père et de la mère *Ma*, *Pa*, ou avec la voyelle en tête *Em*, *Ab*, nous sont enseignés par la nature ; c'est le premier gémissement *m* et la première muette *p* (ou *b*) soutenus par une voyelle ; aussi sont-ils les mêmes dans toutes les langues.

(2) De bonne heure d'ailleurs la différenciation se fit au moyen de suffixes. La racine KHAN, creuser, donne en sanscrit *khan-i*, l'agent (celui qui creuse), *khan-ana*, l'acte, *khan-itra*, l'instrument, *khan-a*, la place, *khâ-ta* le résultat (le trou). Mais l'exemple du chinois prouve qu'à la rigueur on pouvait s'en passer.

dra à un ordre (1) ; jointe aux pronoms personnels ou à un signe de l'index, elle donnera naissance à une conjugaison embryonnaire (2). Le principe du langage une fois trouvé, tout le reste suit naturellement.

Ici Kant intervient. Max Müller professait l'admiration la plus fervente pour le philosophe de Königsberg, dont il avait traduit en anglais la Critique de la Raison pure. Il ne jurait que par les Formes de l'intuition sensible et les Catégories de l'entendement : « Les Catégories, disait-il, resteront à jamais la Grande Charte de toute vraie philosophie » (3). La principale des Catégories est celle de la causalité en vertu de laquelle, selon Kant, nous concevons tout soit comme cause soit comme effet ; tellement que, si nous étions placés dans un monde où régnât le chaos, notre esprit n'en continuerait pas moins à ranger toutes choses sous sa Catégorie de la causalité. On aperçoit le sophisme. Quand nous venons à y réfléchir, nous comprenons, d'après le principe de la raison suffisante, que tout objet doit être ou cause ou effet, mais il n'est pas nécessaire de s'arrêter à ce point de vue pour concevoir les choses, ni par conséquent pour les nommer.

Cependant c'est là le pivot du système de Max Müller. L'homme a d'abord conscience de ses actes, ou, si l'on veut, de son moi agissant ; et c'est aussi son moi en action qu'il nomme tout d'abord. Toutes les racines primitives expriment des actes humains, personnels. Quand il sentira le besoin de nommer les objets extérieurs, il les concevra à son image et leur appliquera le nom de ses propres actions. Il dira par exemple, le Tonnant pour le tonnerre,

(1) Dans toutes les langues, l'impératif est la forme la plus simple et se rapproche de la racine ou se confond avec elle.

(2) La conjugaison n'est autre chose que la réunion de la racine au pronom personnel, soit libre soit soudé à la racine. Dans les langues agglutinantes et flexionnelles, où la soudure a lieu, le pronom peut se mettre après la racine, comme dans les idiomes indo-européens, ou bien tantôt avant tantôt après, comme dans le groupe sémitique.

(3) *Science of Thought*, p. 145.

le Coureur pour le soleil, le Hurleur pour l'ouragan ; dans ces phrases : Il pleut, Il tonne, Il vente, *il* n'est pas neutre mais masculin et désigne l'agent caché derrière le nuage, l'éclair, la tempête.

Ainsi s'expliqueraient, selon Max Müller, non seulement l'animisme et l'anthropomorphisme, mais l'éclosion même de l'idée religieuse. Nous plaçons toujours un agent derrière les phénomènes de la nature et quand cet agent, par des effets puissants et imprévus, nous étonne ou nous charme, nous épouvante ou nous enthousiasme, il apparaît à notre esprit comme surhumain, comme surnaturel, comme infini, comme divin.

On n'y arrive que par degrés. Mais prétendre, avec la plupart des historiens des religions, qu'à l'origine l'homme était incapable de distinguer un objet inanimé d'un objet animé, quand les animaux supérieurs s'y trompent rarement, c'est faire insulte à la nature humaine. L'animisme comme l'anthropomorphisme ne sont pas le résultat d'une erreur grossière ; ils sont une nécessité du langage.

Nécessité qui mena loin. Nommer un objet c'est lui conférer une certaine existence. Dès qu'on les nomme, les sylphes, les griffons, les chimères deviennent des êtres ; du moins en parle-t-on comme s'ils l'étaient. Les chimistes s'occupent des atomes et des corps impondérables, les physiciens étudient le calorique comme ils étudiaient jadis le phlogistique, les philosophes dissertent sur des êtres de raison comme sur des êtres réels, les historiens mentionnent les Parques, les Titans et les Faunes : purs noms que tout cela, noms trompeurs dont nous sommes dupes, idoles de notre esprit que nous adorons après les avoir tirées du néant !

Dans le domaine religieux, dans les régions du surnaturel, le danger d'illusion est plus grand encore, d'autant que la réalité objective des noms y échappe aux vérifications de l'expérience. Si le panthéon romain finit par compter tant de dieux que Varron lui-même n'en savait

pas le nombre, c'est qu'on personnifia, par un jeu du langage qui, à la longue, fut pris au sérieux, une foule d'idées abstraites, la Victoire, l'Honneur, le Succès, la Concorde, la Pudeur, la Fortune. La Crainte déifiée vint prendre rang à côté de Jupiter, qui n'était lui-même qu'un nom sans réalité, tant son essence était contradictoire et ses caractères inconciliables. Il suffit d'une majuscule pour créer une divinité.

L'équation *Nomina Numina,* entendue sans restriction, est un paradoxe ; mais l'origine et les progrès de la mythologie nous montrent qu'elle contient une large part de vérité.

III

LANGAGE ET MYTHOLOGIE

Qu'est-ce que la mythologie ? Comment diffère-t-elle du conte et de la légende ? Est-ce une simple question d'ancienneté ; et Peau-d'âne ou Cendrillon, dans deux ou trois mille ans, seront-ils de la mythologie ? Si la mythologie est caractérisée par la présence d'êtres surnaturels, la légende n'est pas moins amie des prodiges et le folk-lore de tous les peuples met en scène les esprits, les fées et les génies.

En tout cas, la mythologie n'est pas la religion. Mobile et changeante de sa nature, parce qu'elle n'est fixée par aucun credo, sans autre règle que l'imagination capricieuse des poètes ou la fantaisie populaire, elle se joue dans l'invraisemblance et la contradiction, naît et meurt sans influer sensiblement sur les religions qu'elle ronge comme un parasite. Ce qu'on a dit de la mythologie grecque est vrai de toute mythologie : « Pendant que la religion gardait ses rites traditionnels, qui étaient, pour ainsi dire, propriété publique dans chaque État, les poètes, mora-

listes, érudits, purent remanier à leur gré, émonder, disséquer la mythologie, qui n'était la propriété de personne » (1).

D'après Hérodote (2), qui suit Xénophane, Hésiode et Homère seraient les coupables inventeurs des fables mythologiques. Pythagore avait vu le chantre d'Achille livré aux serpents infernaux, pour avoir parlé indignement des dieux ; le vieil Héraclite le condamnait à être battu de verges ; Platon, à peine moins sévère, le bannissait de sa République, comme un insigne menteur.

Loin de trouver les mythes naturels et d'en faire leur credo religieux, les philosophes anciens s'efforçaient de les interpréter, car il ne leur venait pas à l'esprit de les prendre à la lettre. Épicharme, disciple de Pythagore, identifiait les dieux de l'Iliade et de l'Odyssée avec les agents naturels : le vent, l'eau, la terre, le feu, le soleil, les étoiles. Ainsi faisaient Empédocle et les Eléates en général. Aristote qui rapporte cette explication a bien l'air de s'y rallier. Un philosophe du IVe siècle avant J.-C., Évhémère, regardait la mythologie comme de l'histoire changée en fable. Les dieux étaient des rois ou des héros que leurs exploits, leurs vertus, leurs bienfaits et la reconnaissance des peuples avaient élevés à l'apothéose. Au dire des Néo-platoniciens, la mythologie n'était qu'un voile transparent destiné à cacher aux regards profanes les grandes idées morales.

Aux théories renouvelées des Grecs (3), les philosophes modernes ont ajouté leurs systèmes, érudits, ingénieux, contradictoires, dont le grand défaut est de ne considérer

(1) Bouché-Leclercq, *Leçons d'histoire grecque*, 1900, p. 52.

(2) Hérodote, II, 53.

(3) De nos jours, Spencer est évhémériste : les premiers dieux n'auraient été que des morts illustres. Saint Augustin et Lactance préféraient aussi cette explication. Creuzer, dans sa *Symbolique*, adopte le système des Néo-platoniciens : les symboles auraient été pris mal à propos pour des faits historiques. Huet, Vossius, Bochart se rattachent à l'allégorisme des Éléates, bien qu'ils s'efforcent de trouver dans la mythologie grecque et romaine des restes défigurés de la révélation primitive.

qu'un ordre particulier de phénomènes, quand une foule d'activités sont en jeu, et de transporter à toutes les mythologies les caractères reconnus dans l'une d'elles (1). Ne pouvant les discuter tous, nous nous en tiendrons au seul système philologique, le plus répandu et le plus acceptable, patronné en Allemagne par Kuhn, en France par Bréal, en Angleterre par Max Müller qui lui a donné sa popularité.

Le système philologique explique par le langage l'origine des mythes. La mythologie n'est plus qu'un *dialecte*, une antique forme du langage, ou avec ce tour légèrement paradoxal qui contribue tant à la fortune des mots célèbres : « La mythologie est une *maladie*, une *affection* (πάθος) du langage » (2). Maladie, affection, passion inévitable, elle est « l'ombre que le langage ne peut manquer de projeter sur la pensée, parce qu'il n'en est point l'expression adéquate. Il se fait de la mythologie aujourd'hui comme il s'en faisait au temps d'Homère ; seulement nous ne l'apercevons pas, placés que nous sommes dans le cône d'ombre et redoutant le plein jour de la vérité. (3) »

(1) Parmi les contemporains, M. Régnaud *(Le Rig-Véda et les origines de la Mythologie)* explique les mythes par la psychologie, comme un produit nécessaire de notre esprit ; M. Lang *(Mythes, Cultes et Religions*, trad. par M. Marillier) sent le besoin de remonter, pour la formation des mythes, à une époque où l'homme, encore sur les confins de l'animalité, trouvait naturel et rationnel ce qui nous paraît aujourd'hui contraire à la nature et à la raison ; M. V. Bérard *(Origine des cultes arcadiens)* croit que la mythologie dérive plutôt des formules, des rites et des usages sacrés, auxquels on a voulu donner un sens à tout prix ; M. Clermont-Ganneau, dont le champ d'observation était d'ailleurs plus circonscrit, explique les mythes par l'iconographie. L'image aurait suggéré la légende. Par exemple bon nombre de mythes grecs seraient la traduction poétique des coupes, ornées de bas-reliefs représentant des fables assyriennes ou égyptiennes, que les Phéniciens répandaient à profusion sur les marchés d'Europe et d'Asie. Tous ces systèmes contiennent des parcelles de vérité, mais ils sont trop exclusifs et ils généralisent trop.

(2) *Science of Language*, édit. de 1899, t. I, p. 10 ; *Science of Thought*, p. 216 ; *Natural Religion*, p. 22 ; etc.

(3) *Chips from a German Workshop*, t. IV (1898), p. 168. Sur la mythologie *moderne* voir *Science of Language*, t. II, chap. XIII.

Que nous le voulions ou non, nous ne pouvons nommer d'abord les choses immatérielles que par métaphore : c'est une nécessité du langage qui a ses racines profondes dans la nature même de notre esprit. Tant que la métaphore est comprise, ce n'est qu'une simple figure, auxiliaire utile du discours ; vient-on à la prendre à la lettre et à perdre conscience du sens figuré, c'est de la mythologie.

Parfois, comme dans Hésiode, le passage de l'une à l'autre se fait sous nos yeux et il nous est loisible de l'observer.

La *Théogonie* d'Hésiode est moins une religion qu'une cosmogonie. C'est une philosophie de la nature, que les physiciens d'Élée n'eussent pas désavouée. L'origine des dieux s'y confond avec le commencement du monde. Toutes choses naissent des trois principes primordiaux de l'univers : le Chaos, la Terre et l'Amour ; le Chaos ou l'espace illimité qui renferme en son sein tous les êtres ; la Terre ou la matière inerte ; l'Amour ou la force de cohésion, bien différent du volage fils d'Aphrodite. Du Chaos procèdent l'Érèbe et la Nuit, dignes rejetons d'un tel père. Devenue féconde à son tour, la Terre enfante la Mer (Pontos) et le Ciel (Ouranos) avec lequel elle s'unit pour produire, outre une foule de divinités aux traits peu saillants, Saturne (Kronos) destiné à l'empire du monde, les douze Titans, les trois Cyclopes, Brontès, Stéropès, Argès, dont le nom indique assez la nature météorologique. Nous sommes encore sur le terrain de la métaphore. Avec Saturne détrônant son père pour régner à sa place, nous franchissons le seuil de la mythologie. La signification physique s'obscurcit de plus en plus et la cosmogonie se mêle aux légendes d'une façon inextricable. Que la Nuit enfante la Mort, le Sommeil, les Songes folâtres, les Parques, la Vengeance (Némésis), la Fraude, la Débauche, la Vieillesse, la Discorde, laquelle produit de son côté le Travail, la Douleur, les Combats, le Serment, nous n'en sommes pas surpris : le cerveau des poètes a toujours tiré

du néant force divinités pareilles. Mais la naissance de Jupiter nous déroute et, dans sa lutte contre Typhée, nous en sommes réduits à soupçonner « la restitution poétique, faite pour une imagination puissante, d'une des grandes révolutions qui ont jadis remué le sol de la Grèce » (1). Est-ce de la science revêtue des ornements de la poésie ou de l'histoire changée en fable ? Nous ne le savons point et ce ne sont pas les anciens qui nous l'apprendront.

Quand ils songeaient à donner aux mythes une couleur raisonnable, les philosophes passaient, aux yeux du peuple, pour rationalistes : l'exemple de Socrate nous prouve que ce n'était pas alors sans danger. Aussi s'exprimaient-ils en public avec une prudente réserve. Socrate interrogé par Phèdre s'il ajoute foi au conte de la nymphe Orithye enlevée par Borée sur les bords de l'Illissus, répond : « N'y croirais-je pas, à l'exemple des sages, il n'y aurait rien d'étonnant. Je pourrais dire que le vent du nord ayant jeté du haut des rochers dans la rivière une jeune fille du nom d'Orithye, on prétendit qu'elle avait été ravie par Borée... Ces explications me semblent ingénieuses, mais elles sont le fait d'un homme subtil, laborieux et peu enviable, car il devra encore interpréter les Centaures et la Chimère, et les Gorgones et les Pégases, et une absurde multitude de monstres semblables. Si donc il refuse de croire les choses telles qu'on les raconte et veut les ramener aux règles d'une sagesse grossière, il lui faudra beaucoup de loisir (2). »

Socrate n'en avait pas tant, occupé qu'il était à s'étudier lui-même, et Platon, qui le fait parler, désespère de tirer parti de ces fables extravagantes. Que devait-il penser du mythe de Jupiter ?

L'histoire de Jupiter (Zeus) est, chez les Grecs et les Romains, la plus étrange qu'il soit possible d'imaginer.

(1) Decharme, *Mythologie de la Grèce antique*, 1879, p. 10.
(2) Platon, *Phèdre*, édit. Didot., t. I, pp. 299-300.

Tantôt Jupiter est le souverain du ciel, le père des dieux et des hommes, le créateur de l'univers (1), le tout-puissant qui d'un geste fait trembler le monde (2), celui qui voit et sait tout (3), le sage ordonnateur des destinées, dont l'autorité n'a d'autres limites que sa volonté et sa parole (4), le dieu très bon et très grand, si fort élevé au-dessus des autres que son éclat les relègue dans l'ombre, comme le soleil éclipse les étoiles (5).

D'autres fois c'est le ciel personnifié ; il semble se confondre avec la voûte azurée ; il lance la foudre, rassemble et disperse les nuages, répand les pluies sur les moissons ; Ennius l'appellera « ce dôme lumineux que tout le monde invoque » (6), et on peut le définir comme les Perses, au dire d'Hérodote, définissaient leur dieu suprême : Le cercle entier du ciel (7).

Mais voici une conception bien plus surprenante. Dans un antre de l'île de Crète, Jupiter presse le sein de la chèvre Amalthée ; les Curètes le protègent de leurs boucliers et de leurs lances ; devenu grand, il délivre, au moyen d'un violent émétique, ses frères successivement engloutis par Saturne leur père barbare qui est en même

(1) Jupiter omnipotens, regum, rerumque deumque
Progenitor.
Valerius Soranus cité par saint Augustin, *De Civ. Dei*, VII, p. 10.
(2) Annuit et totum nutu tremefecit Olympum.
(3) Πάντα ἰδὼν Διὸς ὀφθαλμὸς καὶ πάντα νόησας.
« L'œil de Jupiter voit tout, connaît tout ». Hésiode, *Les Travaux*, 267.
(4) Odyss. XIV, 445 : Δύναται γὰρ ἅπαντα.
(5) Clément d'Alexandrie cite ces vers de Xénophane :

Εἷς θεὸς ἔν τε θεοῖσι καὶ ἀνθρώποισι μέγιστος
Οὔ τι δέμας θνητοῖσι ὁμοίϊος οὐδὲ νόημα

« Il est un Dieu, souverain des dieux et des hommes, qui ne ressemble aux mortels, ni par la forme ni par la pensée. »
Un vers orphique est ainsi conçu :

Ζεὺς ἀρχὴ (ou κεφαλή), Ζεὺς μέσσα, Διὸς δ'ἐκ πάντα τέτυκται.

« Le principe, le milieu, tout vient de Jupiter. »
(6) Ennius cité par Cicéron, *De Natura Deor.* II, 25.
(7) Hérod. I, 131.

temps le dieu souverain ; puis, aidé par les Cyclopes qui lui forgent la foudre, il détrône le vieux Saturne, le mutile outrageusement, le plonge dans le Tartare avec les Titans ses partisans, règne seul et commence cette épouvantable série de crimes, dont la chronique scandaleuse grossit toujours au gré des poètes ; il viole ses tantes, Thémis, Dioné et Mnémosyne ; il déshonore ses sœurs Junon, Latone et Cérès, ses filles Vénus et Proserpine ; il ravit le beau Ganymède ; il dévore sa femme Métis enceinte et accouche lui-même de Minerve ; il séduit un nombre incalculable de vierges et d'épouses : Léda, Europe, Callisto, Niobé, Laodamie, Alcmène, Antiope, Danaé, Io, Electre, Sémélé, Thalie, Maïa, Protogénie, Ora, d'autres encore, métamorphosé en cygne ou en taureau, changé en pluie d'or ou en nuage, déguisé en berger ou en satyre, sous les traits de Diane ou d'Amphitryon. Et ce sont les Grecs, les plus spirituels des hommes, qui colportent ces contes absurdes !

L'histoire des religions unie à la science du langage nous permet aujourd'hui de résoudre, au moins partiellement, l'énigme de Jupiter.

Il y avait en sanscrit une racine DIV ou DYU dont le sens générique est « briller ». Cette racine a trois rejetons principaux : 1° *Dyaus* « le ciel, l'atmosphère brillante, la voûte azurée » dont les équivalents sont Ζεύς et *Jupiter* (1) ;

(1) Ζεύς est pour *Dyeus*, comme on le voit aux cas obliques Διός, Διί, Δία. Jupiter est pour *Dyuspater*, génitif *Jovis* pour *Diovis*, lequel était autrefois usité, comme nous l'apprend Varron, *De lingua lat.* V, 66. Un doublet de Ζεύς est Ζήν ou Ζῆν (dorien Ζάν ou Ζᾶν) ; un doublet de Jupiter est *Janus* pour *Dyanus*, qui recevait habituellement l'épithète de *pater* ;

Jane pater, janituens, dive biceps, biformis,
O cate rerum sator, o principium deorum,

dit Septimius Severus, cité par Terentianus Maurus. Les Romains se souvenaient que Janus était un dieu fort ancien, jadis très puissant, mais ils ne semblent pas soupçonner son identité avec Jupiter :

Me Chaos antiqui — nam sum res prisca — vocabant. (Ovide).

Varron les distinguait en disant que Janus était le premier, Jupiter le plus

2° *deva* « brillant, céleste, divin », en latin *deus*, en grec θεός, nonobstant une sérieuse difficulté phonétique ; 3° *diva* « jour, ciel », en latin *dies*, *divus*, en grec δῖος. Occupons-nous du premier.

C'est un fait banal que presque tous les peuples ont donné jadis à l'Être invisible dont leur conscience et leur raison proclamaient l'existence, le nom même du ciel : les Chinois l'appelèrent *Tien*, les Tartares *Tengri*, les Hindous *Dyaus* ; dans leur écriture idéographique les Chaldéens désignèrent toujours Dieu et le ciel par le même signe. Nous ne recherchons pas ici la cause de ce fait que nous nous bornons à constater. Dieu a pu recevoir par métaphore le nom du ciel, soit parce qu'on lui assignait le ciel pour demeure, soit parce qu'il est le maître et le seigneur du ciel, soit parce qu'on l'assimilait naturellement à ce que l'on connaissait de plus grand, de plus beau, de plus noble et de plus sublime. Toujours est-il que dans toutes les langues, sans excepter la nôtre, ciel peut être employé comme synonyme de Dieu.

Pour éviter l'équivoque, les Hindous ajoutaient volontiers à Dyaus, dans le sens de Dieu, l'épithète de père, et l'on avait ainsi le nom propre Dyaushpitar qui répond, lettre pour lettre, à Ζεὺς πατήρ et à Jupiter. En sanscrit Dyaushpitar déclina petit à petit ; et, quand les dieux se

grand : Penes Janum sunt prima, penes Jovem summa. Voir Linde, *De Jano summo Romanorum Deo*, et, dans un sens contraire, Speijer, *Le dieu romain Janus* (dans la REVUE DE L'HIST. DES RELIGIONS, 1892, t. XXVI, n° 1).

Diana, de la même racine DIV, qui était, selon Varron, prononcée Jana par des paysans, ne serait que le féminin de Janus. Je soupçonne Juno (pour Dyuno) et Διώνη d'appartenir à la même famille ; c'est pourquoi Junon est la femme légitime de Jupiter, et Διώνη, à Dodone, était considérée comme l'épouse de Zeus. Ainsi auraient une origine commune les mots Ζεύς, Ζήν, Διώνη, δῖος, θεός, δία (pour ἡμέρα « jour » en crétois), *deus*, *divus*, *dius* (dans *sub dio* et *dium fulgur*), *dies*, *Jupiter*, *Janus* ou *Januspater*, *Juno*, *Diana* et *Diespiter* qui était synonyme de Jupiter. Une ancienne formule de serment, conservée par Festus, était conçue en ces termes : Si sciens fallo, tum me Diespiter, salva urbe arceque ejiciat, ut ego hunc lapidem. Ce disant, on lançait la pierre qu'on tenait à la main. Cela s'appelait : Jovem lapidem jurare.

multiplièrent, il ne sut pas conserver la place qui lui revenait de droit. *Dyaus* étant resté nom commun, on avait trop conscience du lien qui unissait le dieu au ciel visible et cette circonstance nuisait au progrès de sa personnalité. Les Grecs et les Latins, au contraire, avaient perdu de vue l'étymologie de leur Jupiter et le dieu primordial de la famille indo-européenne put se maintenir sans conteste au sommet de leur panthéon. Ils lui accordèrent tous les attributs de la souveraineté ; ils en firent le représentant de la divinité même : dans un nombre incalculable de passages, surtout chez les poètes, Ζεύς et Θεός, *Jupiter* et *Deus* sont synonymes. Quand il laisse de côté le langage convenu et traditionnel, quand, rentrant en lui-même, il y étudie le problème de ses origines et de ses destinées, l'homme se sent dépendre d'un seul Être, non de plusieurs ; il en parle au singulier ; pour un moment il est monothéiste. C'est ce que Tertullien appelle d'un mot si heureux, le témoignage de l'âme naturellement chrétienne.

Comme l'expression la plus haute et la plus complète de la divinité, Jupiter a droit aux titres honorifiques dont le comblent à l'envi poètes et philosophes. Les hommes et les dieux ne sont rien devant lui. Si tous ensemble ils se suspendaient à une chaîne d'or dont Jupiter tiendrait l'autre bout, impuissants à lui faire équilibre ils seraient projetés dans l'espace (1). Jupiter est leur chef, leur roi, leur père, leur créateur, leur dieu, et son pouvoir souverain n'a d'autre limite que le destin (μοῖρα fatum), c'est-à-dire l'ordre du monde qu'il a sanctionné de sa parole (2) et de sa volonté.

Mais il ne se tient pas toujours sur ces hauteurs. On se souvient qu'il est par son nom apparenté au ciel et au jour (3). De là ce chapelet d'épithètes météorologiques :

(1) *Iliad.* VIII, 18 seq.

(2) *Fatum* de *fari* est la parole, le décret.

(3) En latin, la langue de la poésie, qui est partout plus archaïque, trahit ce souvenir. On dit *Dies-piter* au lieu de *Ju-piter*. *Sub divo*, *sub dio*, *sub*

assembleur de nuages (νεφεληγερέτης), pluvieux (ὄμβριος, ὑέτιος), tonnant et lançant des éclairs (κεραύνιος, ἀστραπαῖος, βροντῶν), déchaînant la tempête (αἰγιόχος) ; de là ces locutions bizarres où Jupiter, récupérant son enveloppe matérielle, réside dans l'éther, domine les hautes montagnes, se voile de nuages, darde la foudre, fait briller l'arc-en-ciel ou, comme on dit en style poétique, envoie du ciel Iris sa messagère ; de là cette curieuse prière rapportée par Marc-Aurèle : Tombe en pluie, cher Zeus, sur les champs et les plaines des Athéniens (1).

Tout cela est encore assez intelligible. Dans le premier cas, Jupiter, bénéficiant de son rang suprême, accumule sur sa tête les titres que l'homme décerne spontanément à la divinité. Aussi dans les poèmes homériques, comme chez les tragiques et les lyriques grecs, est-il souvent appelé Dieu tout court. Il est décrit dans le second cas par des métaphores à demi transparentes, dont les sages peuvent saisir le sens véritable, si elles restent incomprises du vulgaire. Nous ne sommes qu'au seuil de la mythologie : pour qu'il y ait proprement mythologie il faut que la signification primitive des légendes soit tout à fait oblitérée. C'est ce qui arrive, par exemple, dans les scandaleuses unions, les multiples métamorphoses et les grotesques aventures du maître de l'Olympe.

On ne démêlera jamais ce bizarre enchevêtrement de

diu, et même *sub Jove (frigido)* sont synonymes et signifient sous le ciel, en plein air. Nous trouvons dans Festus cette note intéressante : *Dium fulgur appellabant diurnum quod putabant Jovis, ut nocturnum Summani.* Le vers d'Ennius a déjà été cité :

Adspice hoc sublime candens, quem invocant omnes, Jovem.

Eux aussi, les Grecs avaient conscience que le ciel, le jour et Zeus ne sont pas étrangers l'un à l'autre. Les Crétois employaient δία comme synonyme de ἡμέρα. Tous disaient διοσημεία, signe du ciel ou de Zeus, « tonnerre, éclair », διιπετής, tombé du ciel ou envoyé par Zeus, ou encore qui vole à travers le ciel, ἔνδιος, qui est en plein air ou qui arrive au milieu du jour, εὔδιος, calme, serein, en parlant de l'air, du jour, etc.

(1) Marc. Aur. V, 5 : Ὕσον, ὕσον, ὦ φίλε Ζεῦ.

fables, si l'on ne songe que Jupiter n'est pas un dieu unique, mais la résultante de plusieurs forces divines et l'amalgame de plusieurs dieux.

Dispersé en une foule d'états minuscules, dans l'Archipel, sur les côtes d'Asie Mineure et les rivages européens, depuis l'Italie jusqu'à l'Hellespont, le monde grec possédait autant de panthéons distincts, au sommet desquels trônait un dieu national, auréolé d'un nimbe plus ou moins riche de mythes et de légendes. Quand l'union se fit entre ces peuplades — union plutôt commerciale et littéraire que politique et administrative — les dieux devinrent communs ; la divinité suprême fut partout nommée Zeus et distinguée au besoin par des épithètes locales. A mesure que les Grecs entraient en contact avec des races différentes, les Zeus se multipliaient, ou, si l'on veut, le Zeus unique se chargeait des aventures de tous les autres, si incohérentes et contradictoires qu'elles fussent. Le Baal phénicien devint Zeus, Ahura-Mazda devint Zeus, Amon-Ra devint Zeus ; Zeus s'identifia avec Jupiter latin et, par le fait même, avec tous les Jupiters que Rome conquérante avait rencontrés en Gaule, en Espagne, en Germanie, en Afrique.

C'est la Crète qui fournit le mythe de la naissance et de l'enfance miraculeuse de Jupiter, avec ses Curètes, sa chèvre Amalthée, ses nymphes de l'Ida, ses abeilles qui distillent pour le nouveau-né leur plus doux miel. Mais un grand nombre d'autres villes et contrées apportèrent aussi leur contingent d'anecdotes. Voilà l'évhémérisme, l'histoire changée en fable ; voici maintenant l'inverse : la fable changée en histoire, je veux dire la métaphore prise au sens propre.

Quand on assure que Jupiter a de Mnémosyne (la Mémoire, la Renommée) le chœur des neuf Muses, qu'il s'unit à Thémis (la Loi, l'Ordre) pour engendrer la Justice, la Paix, les Parques, les Saisons et les Heures, qu'il féconde de ses pluies Déméter (la Terre personnifiée), qu'il

épouse Métis (la Sagesse, la Prudence) et finit par la dévorer pour se l'assimiler davantage, on parle un langage intelligible qu'il est facile à l'esprit le plus borné de traduire en prose. Mais souvent la figure est moins claire et l'on peut s'y méprendre. Tous les héros de l'antiquité s'appelaient fils ou nourrissons de Jupiter (διοτρεφεῖς, διογενεῖς) C'était un titre honorifique dont la vanité nationale gratifiait volontiers les fondateurs éponymes des villes. Quand on le prit au sens propre, il fallut trouver une mère au héros dont le père était censé Jupiter. Et ce ne fut pas difficile : au besoin on divinisait le pays ou la cité. L'imagination poétique et populaire sut dire comment Hercule, fils d'Alcmène, l'était aussi de Jupiter ; comment les Dioscures, nés de Léda et de Tyndare, appartenaient cependant au maître du ciel ; comment Zeus avait eu Amphion d'Antiope, Persée de Danaé, Dionysos de Sémélé.

Si l'origine du mythe s'effaçait totalement, la fantaisie effrénée des poètes avait libre carrière. En voici un curieux exemple.

Zeus était surnommé l'antique, l'éternel : Kronios, Kroniôn, Kronidês. Quand le mot *chronos*, au sens de « temps », eut changé d'orthographe et que les terminaisons en *iôn*, *idês*, furent réservées presque exclusivement aux noms patronymiques, Zeus, fils du Temps *(chronos)* fut, par une singulière erreur de langage, supposé fils de Kronos. Mais en réalité son père est plus jeune que lui et Zeus était l'Ancien (Kroniôn) bien avant qu'on se fut avisé de lui donner Kronos pour père. Les Latins, copiant la légende grecque, répètent, sans savoir pourquoi, que Saturne dévore ses enfants. La maladie du langage a fait son œuvre : elle a produit le mythe.

L'histoire de Jupiter serait infinie. Ces quelques mots donneront une idée de la méthode philologique, appliquée sur une si vaste échelle par l'école de Max Müller. La méthode est légitime ; elle est consacrée par d'importantes

découvertes ; elle a conquis sa place au soleil. Cependant n'oublions pas que la mythologie indo-européenne tient à une situation et à une disposition particulières des Aryas ; qu'il n'en faut donc pas étendre les conclusions sans discernement. Même dans notre monde indo-européen, il convient de faire la part large aux autres influences, aux rites traditionnels dont le peuple n'hésite jamais à inventer une explication plausible, aux images peintes ou sculptées dont les symboles sont traduits en récits fabuleux, aux accidents géographiques dont la contemplation a suggéré plus d'un drame divin.

Mais c'est l'éternelle histoire de notre esprit. Découvre-t-il une étincelle de vérité, il croit l'avoir aperçue tout entière et, se laissant conduire à la lueur de ce rayon, il perd de vue tant d'autres sources de lumière qui guideraient sa marche.

CONCLUSION

Dans aucun domaine de la science, Max Müller ne fut vraiment initiateur. Ses œuvres philologiques reposent sur les travaux de Bopp, de Curtius, de Grimm, de Pott, de Benfey, de Schleicher, de Brugmann. Ses idées maîtresses sur les rapports de la pensée et du langage furent empruntées à Heyse d'abord, puis à Noiré. L'application de la philologie à l'ethnographie, brillamment conduite dans son curieux et savant ouvrage sur la *Biographie des mots et le siège primitif des Aryas*, avait déjà été inaugurée par Pictet. En philosophie, Kant est son maître. Pour l'histoire comparée des religions, il relève de Schelling et de Welcker.

Mais il fut, dans les champs les plus variés de la science, un semeur d'idées hors ligne. Qu'importe qu'il n'en eut pas conçu le premier germe ?

De ces idées plusieurs resteront : la science du langage

reconnue comme science distincte de la philologie comparée, l'insuffisance de l'onomatopée et de l'interjection à expliquer l'origine du langage, l'importance des lois phonétiques et leur invariabilité, les troubles produits dans le langage par le renouvellement dialectal, l'utilité des idiomes modernes pour l'étude philosophique des langues anciennes, le secours que la physiologie doit porter à la phonétique.

Comme historien des religions, son œuvre est plus discutée ; peut-être son apport, dans cet ordre de recherches, se réduira-t-il à des points de détail. Son hénothéisme est battu en brèche et commence à crouler. L'idée d'interpréter la mythologie par le langage, idée qui d'ailleurs ne lui appartient pas en propre, était ingénieuse et féconde, mais à condition de ne pas la pousser trop loin. Les sources de la mythologie sont nombreuses, leur direction incertaine, et leur cours sujet à mille accidents. Max Müller a pu l'oublier quelquefois et attribuer un rôle excessif à ses deux personnages favoris, le Soleil et l'Aurore ; néanmoins on doit lui savoir gré des excellents principes qu'il assigne, sans toujours s'y astreindre lui-même, à l'étude des religions.

D'abord il veut qu'on définisse. La prétention n'est pas exorbitante. Toutes les autres sciences, la chimie, l'astronomie, la biologie, s'efforcent de préciser leur objet et d'éclairer leur marche par de bonnes définitions. Pourquoi la science de la religion serait-elle exceptée et fuirait-elle les chemins battus au risque de s'égarer ?

Max Müller nous met aussi en garde contre les interprétations hâtives et les généralisations prématurées. Rien de plus nuisible à la vraie science ni de plus funeste à ses progrès. A voir le dogmatisme de quelques érudits, vous diriez que les temples phéniciens, chaldéens, égyptiens, n'ont pas de secrets pour ces hiérophantes. Ils parlent de l'idéologie des sauvages comme s'ils avaient passé toute leur vie sous la tente des nègres. Or, à l'heure qu'il est,

notre science du passé est encore fragmentaire et fruste ; et nous connaissons les sauvages à peu près comme les Caraïbes et les Haoussas, exposés de temps à autre au Jardin d'acclimatation, nous connaissent.

On n'a pas oublié le livre ineffable de M. Jacolliot, président du tribunal de Chandernagor, sur la *Bible dans l'Inde*. L'illustre philologue le traita durement. Qu'aurait-il dit, s'il l'avait connue, de la *Grèce antique* de M. A. Lefèvre : « La Trinité — avec ses deux natures, ses deux volontés et ses trois personnes, sans compter la quatrième et encore la cinquième — la Trinité ? qu'en dirons-nous ? Augustin après avoir écrit seize livres là-dessus avoue qu'il a parlé pour ne rien dire. Rien pourtant de moins mystérieux, rien de plus simple que les trois Parques (Moirai) et les trois frères dieux du ciel, des eaux et des enfers, que la triade d'Eleusis, sans parler des trinités égyptiennes ; mais en amalgamant ces groupes naturels avec les hypostases gnostiques et avec la nécessité de sauvegarder l'apparente unité divine, les Pères chrétiens ont obtenu le résultat, le précipité que nous connaissons trop... Le christianisme, n'ayant qu'une légende insuffisante, l'a rembourrée de tous les résidus du paganisme ambiant. »

C'est M. Lefèvre qui *amalgame* et son *précipité* n'est qu'un pur galimatias, *rembourré* de bévues d'écolier. Il ne faudrait pas beaucoup d'ouvrages pareils pour ensevelir sous le ridicule l'étude comparée des religions. Serait-ce un mal ? Serait-ce un bien ?

Traitée avec le respect et le sérieux qu'elle exige, l'histoire religieuse des peuples nous enseigne une forte et salutaire leçon. Elle met en relief une preuve frappante de l'existence de Dieu. Partout et toujours l'homme a cru à une puissance invisible dont il dépend dans son être et dans sa vie morale.

La religion est un fait spontané, universel, inévitable. N'est-ce rien que cela ? N'est-ce rien de lire dans les

annales du genre humain que Dieu ne s'est pas laissé lui-même sans témoignage, qu'il a toujours parlé au cœur et à l'esprit de l'homme par sa loi et ses bienfaits ? Oui, Dieu est présent dans l'univers par son acte créateur et par sa providence ; il est présent au plus intime de l'homme par le verdict de la conscience ; et voilà pourquoi, comme l'a dit depuis longtemps le chantre d'Ulysse : « Tous les hommes ont faim et soif de la divinité »,

Πάντες δὲ θεῶν χατέουσ' ἄνθρωποι (Od. III, 48).

F. Prat, S. J.

LES CONFINS

DE

LA SCIENCE ET DE LA PHILOSOPHIE

AU

CONGRÈS INTERNATIONAL DE PHILOSOPHIE DE 1900

Sous le titre qui précède, nous avons commencé, dans le numéro d'avril 1901 de la Revue des Questions scientifiques (1), l'examen à un point de vue spécial des études insérées dans la Bibliothèque du Congrès international de Philosophie de 1900. Nous allons parcourir aujourd'hui le tome III de cette Bibliothèque, car il est paru avant le tome II.

C'est un gros volume de près de 700 pages, et, si nous ajoutons qu'il est consacré à la logique et à l'histoire des sciences, on comprendra que nous ne pourrons qu'en effleurer l'examen. Plutôt d'ailleurs que de donner un aperçu insuffisant de toutes les études qu'il comprend, nous nous attacherons spécialement à deux d'entre elles que leurs qualités propres et leurs rapports avec nos sujets habituels de méditation nous ont fait lire avec le plus d'intérêt. Auparavant toutefois, nous donnerons une brève nomenclature des articles composant le volume.

(1) Page 491.

L'*Histoire des sciences* ne fait l'objet que de quatre mémoires, dont deux consacrés par des hommes tels que M. Maurice Cantor et M. Milhaud aux origines du calcul infinitésimal. M. Günther, professeur à l'École technique supérieure de Munich, étudie celles de la loi newtonienne de la gravitation, et M. Bouasse, professeur à l'Université de Toulouse, l'histoire des principes de la thermodynamique.

La *Logique des sciences* occupe plus des quatre cinquièmes du volume. Des vingt mémoires qui la composent, trois sont consacrés à la logique algorithmique, deux à l'idée d'ordre, sept aux mathématiques, particulièrement à leur fondement logique, trois à la mécanique, deux à la chimie et trois à des sujets divers.

Pour les lecteurs peu familiers avec la logique algorithmique, la lecture des trois études qui lui sont consacrées est d'autant plus pénible que les notations sont différentes. Du moins M. Mac Coll, de l'Université de Londres, et M. Poretskii, docteur en astronomie à Gorodwia (Russie), font-ils connaître les leurs, mais M. Johnson, professeur à l'Université de Cambridge, se borne à indiquer qu'il adopte celles de Schröder. Il nous paraîtrait bien à désirer qu'on arrivât, comme en algèbre, à adopter un système uniforme de notations (1). Quoi qu'il en soit, nous ferons remarquer que M. Poretskii, en abordant la théorie des égalités logiques à trois termes, renvoie à un article sur les égalités logiques à deux termes, publié dans la REVUE DE MÉTAPHYSIQUE ET DE MORALE de mars 1900 et que nous pouvons signaler comme l'une des études les plus intéressantes que nous connaissions sur cet ordre de sujets.

M. Schröder n'a donné qu'une courte note sur une

(1) M. Mac Coll, à qui nous avions exprimé cette pensée, estime qu'à côté de ses inconvénients, la variabilité des symboles a de grands avantages ; mais nous croyons qu'après les tâtonnements inévitables aux débuts d'une science, on arrivera forcement à l'unification.

extension de l'idée d'ordre ; mais M. Russell, fellow de Trinity College, a étudié avec développement *l'idée d'ordre et la position absolue dans l'espace et le temps*. Nous ne nous arrêterons pas pour l'instant sur ce mémoire, comptant y revenir tout à l'heure.

Parmi les travaux inspirés par les mathématiques, on doit noter tout particulièrement ceux qui sont dus aux représentants éminents de l'école italienne (1). Si nous n'en abordons pas l'étude, c'est que nous nous sentons incapable, pour l'instant du moins, de discuter notamment un mémoire tel que celui qu'on doit à M. Pieri et qui résume tout un ensemble de travaux longuement médités.

La partie mathématique est complétée par un article de M. Mac Farlane, professeur d'une université américaine, sur les idées et principes du calcul géométrique, et par deux notes de M. Hadamard, professeur au Collège de France, et de nous-même, sur l'induction et la généralisation en mathématiques et sur la comparabilité des divers espaces.

La mécanique fait l'objet de trois études intéressantes ; M. Blondlot, professeur à l'Université de Nancy, en a exposé les principes avec netteté et concision, et M. Le Verrier, professeur à l'École des Mines, a consacré un article assez développé à la genèse et à la portée des principes de la thermodynamique. Mais c'est à M. Poincaré qu'est dû le travail appelé à fixer le plus l'attention. La discussion des principes de la mécanique mérite à tous égards que nous en fassions plus loin un examen assez détaillé.

MM. Kozlowski, de Cracovie, et Wald, chimiste de

(1) Peano, *Les définitions mathématiques* ; Burali-Forti, *Sur les différentes méthodes logiques pour la définition du nombre réel* ; Padoa, *Essai d'une théorie algébrique des nombres entiers*, précédé d'une *Introduction logique à une théorie déductive quelconque* ; Pieri, *Sur la géométrie envisagée comme un système purement logique*.

Bohême, ont abordé l'étude de la chimie avec des intentions réformatrices. Le premier examine la combinaison chimique au point de vue de la théorie de la connaissance. Partant de l'idée que les concepts de la science ne sont que des fétiches anthropomorphiques convenablement adaptés et de celle de l'incongruence de la sensibilité et du raisonnement, il dérive la physique du toucher, la mécanique de la motricité et la géométrie de la vision. Quant à la chimie, elle serait le résultat de la différence qualitative des impressions visuelles, et il y aurait combinaison chimique lorsque deux ou plusieurs corps occupent la même place, de même que, lorsque deux ou plusieurs couleurs occupent la même place, elles disparaissent pour en faire naître une troisième. Cette idée de la combinaison est incompatible avec la conception matérialiste, d'après laquelle deux corps ne peuvent occuper la même place : de là l'hypothèse que les divers corps ne sont que des formes d'ondes d'une substance hypothétique.

S'appuyant principalement sur les idées de Gibbs, M. Wald s'attaque surtout à la notion de la différence essentielle entre les combinaisons à proportions définies et les mélanges à composition variable. Il conclut d'ailleurs, comme le font aujourd'hui la plupart des théoriciens de la science, que les concepts de celle-ci ont un caractère arbitraire.

On peut donc rattacher cette étude au mouvement dont M. Le Roy peut être considéré comme le théoricien le plus conscient et le plus brillant. Un de ses disciples et amis, M. Wilbois, donne, dans ce volume, des variations développées et souvent d'une lecture fort intéressante sur la thèse posée par lui dans le tome I. Mais, en vérité, nous ne saisissons guère la raison d'être du titre de son étude : *Sur un argument tiré du déterminisme physique en faveur de la liberté humaine*. Il nie plus ou moins ce déterminisme, mais nous ne voyons pas en quoi ce déter-

minisme, dans la mesure où il peut l'admettre, plaide en faveur de la liberté.

Nous avons omis, en passant, de mentionner un court article de M. Houssay, maître de conférences à l'École Normale, sur les théories atomiques en biologie et une étude plus développée de M. Vailati, professeur à l'Institut technique de Bari, sur les difficultés qui s'opposent à une classification rationnelle des sciences. Selon lui, ces difficultés résultent principalement de ce qu'on prétend concilier le dessein de fonder une classification sur des critères aussi simples et uniformes que possible et le désir de la construire de telle sorte que les multiples espèces de connexions et de rapports qui existent entre les sciences s'y réfléchissent et y soient représentées de la manière la plus complète. Après ce rapide coup d'œil sur l'ensemble du tome III de la Bibliothèque du Congrès de philosophie, nous allons revenir sur deux des mémoires cités, ceux de MM. Russell et Poincaré, pour en faire un examen particulier.

M. Russell définit nettement l'objet de son étude dans les termes suivants :

« Dans le présent mémoire, je me propose trois objets: 1° de distinguer deux théories, qui sont toutes deux possibles à l'égard d'un grand nombre de séries, et qu'on peut appeler respectivement la théorie absolutiste et la théorie relativiste ; 2° de prouver que c'est la première théorie qui est juste dans le cas de la série temporelle ; 3° de donner des raisons pour croire que c'est encore la même théorie qu'on doit appliquer à l'espace. Puisque mon sujet est exclusivement logique, il sera bon d'indiquer dès le début jusqu'où s'étend la portée métaphysique de mes arguments. Ces arguments n'établissent pas la réalité de l'espace et du temps contre ceux qui (comme Kant) n'admettent pas non plus la réalité des événements ou des choses dans l'espace ; mais si on admet la réalité des évé-

nements et des choses dans l'espace, alors les arguments suivants prouveront que le temps et l'espace doivent aussi être réels. Ce résultat ne réfute directement que les monadismes, tels que ceux de Leibniz et de Lotze (avant l'introduction de son unité qu'il appelle M). Les conséquences indirectes sont plus étendues, mais je ne les développerai pas. »

Obligé de nous limiter, nous ne nous occuperons que des deux premières parties, la discussion sur l'espace étant beaucoup plus étendue que celle qui concerne le temps et concluant avec moins de netteté, ainsi qu'on l'a déjà vu.

M. Russell distingue d'abord entre les séries celles qui *sont* des positions et celles qui *ont* des positions. Les nombres entiers, les quantités, les instants (s'il y en a) sont des positions ; les collections, les grandeurs particulières, les événements ont des positions. Dans le cas général d'une série de termes qui ont des positions, il est permis de douter si les positions naissent des relations mutuelles des termes, ou si les positions sont des termes nouveaux avec lesquels les termes anciens ont des relations d'un certain type. « On soutiendra, dit l'auteur, la seconde théorie à l'égard de l'espace et du temps. Il s'agit donc, en ce qui concerne ce dernier, de réfuter la thèse relativiste, d'après laquelle il n'y a pas de moments, mais seulement une relation de simultanéité entre deux événements que le sens commun suppose être en même temps. »

Pour bien saisir la portée de l'argumentation de M. Russell, il est nécessaire de s'arrêter sur la distinction qu'il pose en ces termes : « Pour la théorie du temps, il importe de dissiper tout d'abord une ambiguïté dans le mot *événement*. Ce mot peut signifier, ou bien seulement quelque chose qui existe dans un temps, sans tenir compte de sa position temporelle ; ou bien ce qui existe avec sa position temporelle. C'est-à-dire, on peut définir un événement tout simplement par son contenu, ou bien par son contenu et sa position temporelle ensemble. Dans

le premier sens, la migraine est un événement ; dans le second, il faut spécifier une migraine particulière. Quand on parle d'un événement commun, ou d'un événement qui a lieu tous les jours à midi, on emploie le mot dans le premier sens qui est le plus abstrait ; quand on parle de la série des événements, on emploie le mot dans le sens plus concret. Comme on aura besoin de cette distinction dans toute la discussion du temps, il sera bon d'employer deux mots différents pour les deux sens. Je désignerai donc par *qualité* le sens plus abstrait et par *événement* le seul sens plus concret. Ainsi les qualités peuvent persister ou revenir, tandis que les événements ne durent qu'un instant. »

Dans cette page, une chose nous frappe d'abord : c'est l'emploi des comparatifs *plus abstrait*, *plus concret*. Il nous semble qu'il faudrait dire absolument, au positif, *abstrait* et *concret* : *la* migraine n'a pas d'existence, elle est un type d'événement, et c'est d'ailleurs avec beaucoup de raison que M. Russell l'appelle plutôt une qualité. Mais nous ne saurions admettre qu'il suffise d'ajouter une relation temporelle à une qualité pour en faire un événement. Sans doute, si je dis : « la migraine du 27 août 1901 », on saura que je veux parler d'une migraine-événement, mais elle ne sera aucunement déterminée si je ne dis pas qu'il s'agit de Pierre ou de Jacques. Au contraire, quand je dis : « la mort de Corneille », je désigne un événement parfaitement déterminé, alors même que j'en ignore la date. En un mot, les événements ont un principe d'individuation qui ne se confond aucunement avec le temps.

Cette remarque fait tomber cette assertion de M. Russell : « La théorie relativiste doit se borner, en premier lieu, aux qualités, et n'obtient les événements que par le moyen des relations mutuelles des qualités. » Parler ainsi, c'est supposer qu'on passe des qualités aux événements par l'addition du temps. Si on l'accorde, il faudra bien suivre M. Russell dans sa déduction. S'il n'y a que

des qualités et des relations de simultanéité et de succession entre elles, qui doivent les transformer en événements, il faut dire que les qualités ont, *comme telles*, des relations temporelles. Mais alors, si je ressens la douleur, puis le plaisir, je devrai dire que la douleur comme telle précède le plaisir comme tel. Mais la succession inverse se produit aussi, et il me faudra dire que la douleur comme telle suit le plaisir comme tel, ce qui contredit la proposition précédente.

Si M. Russell avait entrepris de transformer une qualité en événement au moyen du temps absolu, il aurait peut-être reconnu que cette entreprise est irréalisable, si elle n'aboutit pas à des contradictions telles que la précédente. Quelle que soit sa subtilité d'argumentation et même la profondeur ordinaire de sa pensée, nous ne croyons pas qu'il ait apporté un étai bien solide à la théorie du temps absolu, non plus du reste qu'à celle de l'espace absolu. Leibniz n'est pas terrassé.

M. Poincaré ouvre son étude sur les principes de la mécanique par quelques considérations sur la façon dont on enseigne cette science en France et en Angleterre : dans ce dernier pays, elle apparaît comme une science expérimentale, tandis qu'en France et en général sur le continent on l'expose plus ou moins comme une science déductive et *à priori*. « Ce sont, dit-il, les Anglais qui ont raison, cela va sans dire. »

C'est là, croyons-nous, résoudre la question d'une façon beaucoup trop simpliste. Pour nous en rendre compte, considérons la géométrie et la façon dont on l'enseigne. On emploie ici presque universellement la méthode déductive, et l'on n'introduit l'expérience que sous la forme honteuse des postulats. La vraie méthode consiste à faire ressortir le caractère expérimental de ces postulats, qui ne sont que des moyens de définir par des propriétés caractéristiques l'espace auquel on a affaire. Puis la

science géométrique devient purement déductive, et même, si l'on ne tient pas à se conformer à la nature, on est libre de poser les définitions d'espaces divers et d'établir *à priori* leurs géométries.

Nous croyons qu'au degré de perfection près, il en est de même de la mécanique. On pourrait aussi établir une infinité de mécaniques *à priori ;* mais, comme on en cherche une qui explique ou traduise les phénomènes naturels, on doit s'adresser à ceux-ci pour poser les principes fondamentaux de cette mécanique spéciale : une fois ces principes posés, la mécanique devient une science déductive comme la géométrie. La physique et la chimie n'en sont pas encore arrivées à ce point de leur évolution, mais on peut dès maintenant entrevoir qu'elles doivent tendre vers cet idéal.

Ces réflexions constituent, à vrai dire, un simple hors-d'œuvre, car nous ne voyons pas bien la liaison de la réflexion première de M. Poincaré avec l'ensemble de son travail. Celui-ci a un objet étroitement délimité : quelle est l'influence sur les principes de la mécanique de l'absence d'un espace absolu ? On pourrait poser une question analogue à propos de l'absence de temps absolu et même de l'absence de nécessité, même expérimentale, de la géométrie euclidienne ; mais M. Poincaré a tenu à se limiter à la question de l'espace, acceptant provisoirement et le temps absolu et la géométrie euclidienne.

Un corps qui n'est soumis à aucune force ne peut avoir qu'un mouvement rectiligne et uniforme. Tel est le principe de l'inertie, que méconnurent les Grecs et qui dès lors ne doit point être une vérité *à priori*. Si du reste on dit que la vitesse d'un corps ne peut changer, s'il n'y a pas de raison pour qu'elle change, ne pourrait-on soutenir tout aussi bien que la position de ce corps ne peut changer, ou que la courbure de sa trajectoire ne peut changer, si une cause extérieure ne vient les modifier ?

Le principe d'inertie n'est donc pas *à priori :* est-il un

fait expérimental ? L'exemple de la bille roulant sur une table de marbre n'est pas sérieux ; quant à la vérification de ses conséquences, elle se réduit à celle de diverses conséquences d'un principe plus général, qu'on peut formuler ainsi : L'accélération d'un corps ne dépend que de la position de ce corps et des corps voisins ou de leurs vitesses ; en d'autres termes, les mouvements des molécules composant l'univers dépendent d'équations différentielles du second ordre.

Les deux principes que nous avons vu pouvoir être posés à la place de celui d'inertie se généraliseraient de même : La vitesse d'un corps ne dépend que de sa position et de celle des corps voisins ; la variation d'accélération d'un corps ne dépend que de la position de ce corps et des corps voisins, de leurs vitesses et de leurs accélérations. En langage mathématique, cela s'exprime en disant que les équations différentielles du mouvement sont du premier ou du troisième ordre.

Si l'on suppose un système planétaire à orbites sans excentricité ni inclinaison et où les masses des planètes soient trop faibles pour produire des perturbations mutuelles sensibles, les astronomes seraient amenés à poser la première des lois précédentes. Mais qu'un corps étranger de grande masse vienne à traverser ce système, les orbites seront troublées, ce qui ne surprendrait pas les astronomes; mais, une fois l'astre perturbateur éloigné, les orbites se trouveraient elliptiques et non circulaires, ce qui obligerait à changer le principe précédemment adopté !

On peut concevoir de même qu'un jour nous soyons amenés à substituer à notre principe d'inertie généralisé un des autres principes analogues ; mais l'hypothèse est fort invraisemblable, et par suite on peut tenir notre principe comme vérifié en astronomie.

En physique, il en va tout autrement ; mais (et c'est ici que M. Poincaré apparaît bien comme l'un des inspi-

rateurs du *nouveau positivisme* de M. Le Roy (1)) précisément parce qu'il est impossible de le soumettre à une épreuve décisive, nous pouvons être assurés que nous n'aurons ni à l'abandonner ni à l'amender. En physique, les phénomènes sont dus aux mouvements de molécules que nous ne voyons pas, et dès lors, si l'accélération d'un corps que nous voyons nous paraît dépendre d'*autre chose* que des positions ou des vitesses des autres corps visibles ou des molécules invisibles dont nous avons été antérieurement amenés à admettre l'existence, rien ne nous empêche d'admettre que cette *autre chose* est la position ou la vitesse d'autres molécules dont nous n'avions pas jusque-là soupçonné la présence. Par exemple, si les $3n$ équations de n molécules sont du quatrième ordre, nous pourrons en introduisant $3n$ autres variables, obtenir $6n$ équations du deuxième ordre, et ainsi, grâce à l'introduction de n nouvelles molécules, nous sauvegardons la loi décrétée par nous.

Tout cela est aussi incontestable que peu convaincant. Sans doute, nous pourrons ainsi maintenir notre loi envers et contre toute expérience ; mais comment M. Poincaré ne voit-il pas que si ces n molécules sont purement fictives, elles ne pourront rien expliquer ensuite et que même elles seront des plus gênantes, car pour expliquer leur défaut d'action, dans chaque nouveau cas, il faudra en imaginer d'autres pour neutraliser leur effet ? En un mot, nous pouvons décréter tous les principes que nous voudrons et les défendre envers et contre tout, mais au prix de la plus incohérente complication. Nous l'avions déjà dit à propos de l'étude de M. Le Roy ; ici cela devient plus évident, s'il est possible, par l'argumentation même de M. Poincaré.

La loi de l'accélération, d'après laquelle *l'accélération*

(1) Telle est la qualification donnée par M. Le Roy lui-même à son système dans un article de la REVUE DE MÉTAPHYSIQUE ET DE MORALE (mars 1901).

d'un corps est égale à la force qui agit sur lui divisée par sa masse, constitue bien plutôt une définition de la force qu'une loi relative à l'accélération. Pour qu'il y eût loi, il faudrait que nous pussions appliquer successivement une *même* force à deux corps différents, puis une autre force à ces deux mêmes corps; or on ne peut le faire qu'en tombant dans des cercles vicieux. Sur ces points nous sommes absolument d'accord avec M. Poincaré, et nous nous sommes nettement rangé parmi les adeptes de l'école de Kirchhoff dans notre *Étude sur l'espace et le temps* (1). On remarquera du reste que cette conception des rapports de l'accélération et de la force est indépendante du nouveau positivisme.

Au principe ordinaire de l'action et de la réaction, M. Poincaré substitue celui-ci : *Le centre de gravité d'un système isolé ne peut avoir qu'un mouvement rectiligne et uniforme*. A l'occasion d'ailleurs de ce principe, il aborde la définition de la masse, ce qui paraît un peu tardif puisqu'il l'a fait figurer précédemment dans celle de la force. Quoi qu'il en soit, il définit la masse comme un coefficient constant attribué à chaque corps et choisi de telle sorte que le mouvement du centre de gravité d'un système isolé soit rectiligne et uniforme. Le principe de réaction cesse ainsi d'être un principe, comme le faisait tout à l'heure la loi de l'accélération, à cela près toutefois que la définition de la masse suppose en outre le fait qu'il existe des coefficients constants satisfaisant à cette condition.

Mais, demande M. Poincaré, ce fait peut-il être vérifié ? Pour qu'il pût l'être, il faudrait qu'il existât des systèmes isolés ; or le seul système isolé est l'univers entier. D'autre part, nous ne pouvons observer que des mouvements relatifs, et le mouvement absolu du centre de gravité de l'univers nous sera toujours inconnu. Donc

(1) Page 79.

nous serons toujours libres de supposer que notre principe est vrai.

Toutefois ce n'est là qu'un côté de la question, car il y a des systèmes *à peu près* isolés, et l'on peut constater que le mouvement de leur centre de gravité est *à peu près* rectiligne et uniforme. Donc le principe n'est pas purement conventionnel, ce qui l'est n'étant que le caractère absolu que nous lui donnons.

« Mais, dira-t-on, c'est ce qui arrive pour toute loi expérimentale ; la vérification n'en est jamais qu'imparfaite ; seulement, quand on voit qu'elle devient de plus en plus précise à mesure que les procédés d'observation se perfectionnent, on est conduit à attribuer à la loi un haut degré de probabilité.

» Non ce n'est pas la même chose. Quand il s'agit d'une loi physique ordinaire, voici ce qui arrive. Des expériences imparfaites l'ont vérifiée aussi complètement que le permettent les erreurs d'observations ; des expériences plus soignées la vérifient mieux encore. Nos ancêtres auraient conclu qu'elle est très probablement vraie en toute rigueur. Nous, qui avons moins de confiance dans la simplicité de la nature, nous conclurons plutôt qu'elle est probablement vraie *à très peu près*, et que probablement aussi elle ne l'est pas tout à fait. Dans tous les cas, nous conclurons que nous pouvons agir comme si elle l'était.

» Quoi qu'il en soit, une chose dont nous ne doutons pas, c'est que la loi est tout à fait vraie, ou bien qu'elle ne l'est pas. Résolue ou non, la question a un sens. Mais en ce qui concerne notre principe, il en va tout autrement. Est-il à peu près vrai pour des systèmes à peu près isolés ? Cette question a un sens, et l'expérience l'a résolue affirmativement. Est-il rigoureusement vrai ? Cette question *n'a aucun sens*, et nous pouvons lui donner telle solution que nous voulons. »

Nous avons tenu à reproduire textuellement cette

discussion doctrinale très intéressante, mais qui nous paraît appeler des réserves.

D'abord M. Poincaré suppose implicitement qu'il s'agit du mouvement absolu du centre de gravité, puis il nous dit lui-même que nous n'observons que des mouvements relatifs, ce qui est très vrai (et nous croyons même que l'expression *mouvement absolu* est dénuée de sens) ; mais alors l'énoncé du principe est vicieux et ne se prête à aucune vérification, même pour les systèmes *à peu près* isolés. Il serait donc indispensable de définir le système de repères par rapport auquel on énonce le principe. Ce fait est d'une importance capitale, et nous y reviendrons tout à l'heure ; mais nous tenons à noter combien il y a d'exagération positiviste à dire que le principe n'a aucun sens à le prendre dans son énoncé rigoureux. Sans doute, il n'en a pas pour l'ensemble de l'univers ; mais on peut supposer hypothétiquement un système partiel isolé, et l'énoncé de la loi a un sens à son égard. Il est vrai que, positivement parlant, ce système n'existant pas ou ne pouvant être connu, nous ne pouvons dire qu'il est soumis à telle ou telle loi ; mais l'étude des systèmes qui s'en rapproche de plus en plus permet de dire si la loi apparaît comme la limite vers laquelle convergent les résultats des faits observables.

Mais revenons à la question très importante du choix des repères. Puisque notre principe en dépend et que la définition de la masse repose sur lui, cette définition en dépend elle-même. Or la masse est indépendante du choix des repères : d'où l'on doit conclure que la définition adoptée par M. Poincaré est vicieuse. S'il ne s'était pas tant écarté des chemins tracés et avait conservé la vieille loi de l'égalité de l'action et de la réaction, il aurait aisément résolu la difficulté. Que dit cette loi ? Que deux points matériels quelconques échangent des accélérations dirigées en sens inverse suivant la droite qui les joint et que ces accélérations sont entre elles dans le rapport

inverse des masses de ces deux points. Comme il l'a fait, il eût ici fait remarquer que la loi comprend le fait expérimental qu'on peut attribuer aux divers points des coefficients constants permettant de la vérifier. Ici encore nous aurions pu objecter que la loi suppose un système d'axes déterminé et qu'on ne peut dès lors faire reposer sur elle la définition de la masse. Mais on eût pu répondre que les formules beaucoup plus complexes exprimant, pour un nouveau système d'axes, l'échange d'accélérations entre les divers points, continueraient à contenir les masses des points, avec *leurs mêmes valeurs*. En fait, c'est tout l'ensemble de la dynamique qui suggère cette notion de la masse, comme un *équivalent mécanique* de chaque point matériel.

Aux termes du principe du mouvement relatif, *le mouvement d'un système quelconque obéit aux mêmes lois, qu'on le rapporte à des axes fixes ou à des axes mobiles entraînés dans un mouvement rectiligne et uniforme*. Pour M. Poincaré toute tentative de démonstration de ce principe est vaine : il faut qu'il y ait là pour nous un malentendu, car ce principe nous paraît découler forcément du théorème de cinématique d'après lequel les accélérations ne sont aucunement modifiées par un changement d'axes, lorsque les nouveaux sont animés d'un mouvement de translation rectiligne et uniforme par rapport aux premiers. Étant donné d'autre part que les accélérations seules définissent les actions des divers points les uns par rapport aux autres, il en résulte nécessairement qu'un tel changement d'axes laissera apparaître des actions identiques aux précédentes et que les lois les exprimant ne pourront subir aucun changement.

La chose étant prise ainsi, on a bien de la peine à comprendre comment M. Poincaré peut se demander pourquoi le principe du mouvement relatif n'est vrai que si le mouvement des nouveaux axes est rectiligne et uniforme. « Il semble, dit-il, qu'il devrait s'imposer à nous avec la même

force si ce mouvement est varié, ou tout au moins s'il se réduit à une rotation uniforme. » Pas le moins du monde, dirons-nous, car dans ce cas les accélérations nouvelles diffèrent essentiellement des accélérations anciennes, en grandeur et en direction, et l'on ne doit pouvoir en déduire que des lois différentes.

A cette question du mouvement relatif, M. Poincaré rattache celle de savoir ce qui serait advenu si des nuages dissimulaient toujours les autres astres. Alors, dit-il, Copernic se fût fait attendre davantage, mais il aurait fini par venir. Une des singularités les plus étonnantes qui eût pu conduire à admettre une rotation de la terre, c'est le défaut de symétrie des phénomènes : pourquoi les cyclones, par exemple, tournent-ils toujours dans le même sens ? Un Copernic fût venu sans doute dire qu'il est plus commode de supposer que la terre tourne, parce qu'on exprime ainsi les lois de la mécanique dans un langage plus simple. Mais, en l'absence de repères auxquels on puisse rapporter ce mouvement de la terre, l'affirmation qu'elle tourne n'a aucun sens : elle signifie simplement qu'il est plus commode de supposer qu'elle tourne. « Peut-être, ajoute M. Poincaré, ne se contentera-t-on pas encore de cela et trouvera-t-on déjà choquant que, parmi toutes les hypothèses, ou plutôt toutes les conventions que nous pouvons faire à ce sujet, il y en ait une qui soit plus commode que les autres. » A quoi il répond d'une façon qui nous paraît bien insuffisante : « Si on l'a admis sans peine quand il s'agissait des lois de l'astronomie, pourquoi s'en choquerait-on en ce qui concerne la mécanique ? »

Il nous semble aisé d'y donner une réponse convaincante. Nous avons dit que le changement d'axes change les accélérations, en grandeur et en direction ; dès lors, à supposer que ces accélérations répondent à des lois simples quand on adopte un certain système d'axes, ce ne peut être qu'à l'égard d'un système privilégié, un changement d'axes devant fatalement jeter dans une confusion

inextricable. La nature aurait pu n'être que confusion et aucun système d'axes n'être susceptible de la rendre facilement intelligible ; mais, si ce système existe, il doit être unique, ou du moins un autre système répondant à d'autres lois simples apparaîtrait comme une anomalie. Il est bien entendu que nous ne considérons ici comme distincts que des systèmes qui non seulement soient en mouvement l'un par rapport à l'autre, mais pour lesquels le mouvement relatif ne soit pas une translation rectiligne et uniforme, puisque, dans ce cas, les accélérations sont identiquement les mêmes des deux côtés.

M. Poincaré parle enfin, mais très sommairement, de la conservation de l'énergie. Dans chaque cas particulier, dit-il, on voit bien ce que c'est que l'énergie ; mais il est impossible d'en trouver une définition générale. Si on veut énoncer le principe dans toute sa généralité et en l'appliquant à tout l'univers, on le voit, pour ainsi dire, s'évanouir, et il ne reste plus que ceci : *Il y a quelque chose qui demeure constant.*

Mais cette proposition même n'aurait pas de sens. Appliqué à un système limité, le principe a un sens, parce qu'on admet qu'il y a, dans ce système, plusieurs parties qui varient indépendamment les unes des autres. Mais, si l'état du monde à un instant donné ne dépend que de son état initial, il n'y a pas place pour des variations indépendantes l'une de l'autre. Appliqué, d'autre part, à des systèmes limités, il tombe sous cette contradiction : les variations indépendantes ne peuvent exister que si les états successifs du système dépendent d'autre chose que de l'état initial, c'est-à-dire de l'influence de forces extérieures au système ; mais alors l'énergie de celui-ci n'est pas constante, et le principe ne peut s'appliquer rigoureusement.

M. Poincaré conclut finalement que les principes de la mécanique se présentent sous deux aspects différents. « D'une part, ce sont des vérités fondées sur l'expérience

et vérifiées d'une façon très approchée en ce qui concerne des systèmes presque isolés. D'autre part, ce sont des postulats applicables à l'ensemble de l'univers et regardés comme rigoureusement vrais. Si ces postulats possèdent une généralité et une certitude qui faisaient défaut aux vérités expérimentales d'où ils sont tirés, c'est qu'ils se réduisent en dernière analyse à une simple convention que nous avons le droit de faire, parce que nous sommes certains d'avance qu'aucune expérience ne viendra la contredire. »

Nous ne croyons pas que cette distinction soit très philosophique. Du moment qu'on reconnaît que les principes de la mécanique sont établis expérimentalement comme approximativement applicables aux systèmes à peu près isolés, leur formule absolue, qui n'est que la limite vers laquelle tendent les constatations expérimentales, relève de celles-ci et pourrait être modifiée par la découverte de nouveaux phénomènes. Pour échapper à cette conclusion, il faut saper par la base la valeur de toutes les vérifications.

A cette inconséquence, on reconnaît en M. Poincaré un simple précurseur de M. Le Roy : à celui-ci revient le titre de fondateur du nouveau positivisme.

Comme impression d'ensemble, le tome III de la Bibliothèque du Congrès laisse celle d'un double mouvement, l'un qui se résume précisément dans le nouveau positivisme, l'autre qui poursuit la réduction de la logique à des formes algorithmiques et qui, en même temps, s'efforce de purger la géométrie de toute forme spatiale en la réduisant à un système purement logique.

Georges Lechalas.

VARIÉTÉS

I

LA TRIGONOMÉTRIE DE TYCHO BRAHÉ (1)

Voici quinze ans écoulés depuis que cet ouvrage a paru ! Le grand nom de Tycho Brahé, le trois centième anniversaire de sa mort, l'intérêt s'attachant aux manuels élémentaires composés par des hommes de génie, tous ces motifs me le persuadent, une étude de la trigonométrie de Tycho Brahé ne manque cependant pas d'opportunité. Aussi bien n'est-elle pas connue du grand public savant comme elle mériterait de l'être.

Présentons-la d'abord au lecteur.

Elle est écrite en latin. C'est l'usage du temps ; et l'ennemi mortel de Tycho, Ursus Dithmarsus, Nicolas Reimers l'Ours de Dithmarsch en Holstein, a beau lui dire brutalement qu'il n'est qu'un gamin parfaitement ignorant de cette langue, on s'étonnerait de la voir rédigée en danois ou en allemand (2).

Inutile de s'attendre à y rencontrer un essai quelconque de notation soit algébrique soit trigonométrique, ce serait tout aussi contraire à l'usage du temps.

Elle n'était pas destinée à l'impression. Aussi la phrase de

(1) *Tychonis Brahe Triangulorum planorum et sphaericorum praxis arithmetica.* Qua maximus eorum, praesertim in astronomicis, usus compendiose explicatur. Nunc primum edidit Dr F. J. Studnicka, C. R., prof. math. publ. ord. universitatis litterarum Bohem. etc. etc. Prague, ex officina polygraphica Ios. Farsky. — Sumptibus editoris 1896.

(2) *Nicolai Raimari Vrsi Dithmarsi S^D S^e Rom. Caes. M^tis. Mathematici De Astronomicis Hypothesibvs sev Systemate mvndano, Tractatvs Astronomicus et Cosmographicus... Pragae Bohemiorvm apvd avthorem... MDXCVII.* — Voir la longue satire intitulée : " In novam grammaticam meorum Zoïlorum ; „ pp. Bvo. (Biv) ro.

l'auteur est souvent incomplète ou incorrecte, renfermant de véritables omissions ou de très singulières fautes de plume. En guise de démonstration on n'y trouve que quelques figures sans aucune explication auxiliaire.

Avouons-le de prime abord et sans détours, ces négligences ne sont pas de nature à la rendre toujours aisée à lire, ni facile à comprendre.

Voilà pour le fond.

Quant à la forme, le volume de M. Studnicka n'est pas banal. C'est la reproduction par la photolithographie du manuscrit original. Celui-ci appartient à la Bibliothèque de l'Université de Prague, où il est relié avec un imprimé in-4° des plus rares, le petit *Canon doctrinae triangulorum* de Rheticus. L'écriture du manuscrit, l' " ex bibliotheca Tychoniana " inscrit à la main sur une des pages du *Canon*, la parfaite conservation de la reliure, tout le démontre : on a bien affaire à une pièce authentique. M. Dreyer seul, dans sa biographie de Tycho Brahé, a cherché, mais en vain, à le révoquer en doute (1).

Si M. Studnicka a eu recours à la photolithographie, dit-il dans la préface, c'est par respect et vénération pour les écrits de Tycho. Je le veux bien, mais il nous est cependant permis de le remarquer, ce parti lui rendait à certains points de vue l'exécution de son projet beaucoup moins difficile. M. Studnicka n'ajoute au texte ni notes, ni commentaires. Or, je viens de le dire, nous ne sommes pas en présence d'un traité achevé mais d'un brouillon. L'auteur partage un faible avec plus d'un homme illustre, il est sujet aux distractions et aux fautes de plume. Entrevoit-on combien il eût été malaisé de nous donner un texte imprimé ? Sans doute grâce à nos méthodes, grâce surtout à la supériorité de nos notations, nous arrivons aisément à résoudre les problèmes de trigonométrie aussi bien et mieux même que Tycho. Mais là n'est pas la difficulté. Un éditeur, si excellent soit-il, n'est pas Tycho Brahé, et il s'agit pour lui de deviner ce que Tycho eût écrit s'il avait corrigé son travail, et comment il l'eût écrit.

L'idée de M. Studnicka pour être un peu imposée, n'en est pas moins excellente. Elle nous vaut un petit chef-d'œuvre de typo-

(1) *Tycho Brahe... by J. L. Dreyer, Ph. D., F. R. A. S...* Edinburg, Adam and Charles Black, 1890, p. 362 en note. Voyez aussi : *Prager Tychoniana*, gesammelt von Prof. Dr F. J. Studnicka, K. K. Hofrath. Prag, Verlag der kön Böhm. Gesellschaft der Wissenschaften, 1901 ; p. 23.

graphie. Elle nous met en outre à même de faire sur Tycho Brahé quelques très curieuses observations psychologiques, qu'un texte imprimé et plus ou moins corrigé ne nous eût pas permises.

A tout point de vue, il faut nous en féliciter.

Pour terminer la description de l'édition de M. Studnicka, disons enfin que le manuscrit de Tycho est formé de 20 feuillets, soit 40 pages, mesurant 20 centimètres de large sur 24 de hauteur. Plusieurs pages sont blanches, d'autres renferment à peine quelques mots, les plus remplies une vingtaine de lignes. L'écriture est grande, large et fort belle.

Dès le titre nous nous heurtons à une difficulté. Il porte deux dates, l'une et l'autre de l'écriture de Tycho : les calendes de janvier 1591, et le 13 des calendes de décembre 1595 (1). Quelle est celle ajoutée après coup ?

M. Studnicka n'ayant joint à son édition ni notes ni éclaircissements, le champ a commencé par être librement ouvert aux conjectures. L'aspect de l'encre, s'il avait été possible de l'examiner, eût probablement levé les doutes. Mais la photolithographie ne reproduit pas les couleurs et confond les teintes ; elle ne permet pas de conclure. Il fallait de toute nécessité recourir au manuscrit lui-même, et personne n'était plus désigné pour le faire que M. Studnicka. Il vient, il y a quelques mois à peine, de nous donner son avis. Il n'y a pas de doute possible, dit-il dans ses *Prager Tychoniana* (2), la trigonométrie de Tycho a été écrite en 1591.

Loin de trouver à objecter à cette conclusion, on devait la prévoir. Le *Carteggio inedito di Ticone Brahe.... con Giovanni Antonio Magini* publié par Favaro contient entre autres une lettre de Gellius Sascerides à Magini, datée du 1er février 1591, et prouvant péremptoirement qu'alors déjà la trigonométrie de Tycho Brahé était écrite (3).

Sascerides y transcrit un long passage d'une lettre de Tycho consacrée pour la plus grande partie à sa trigonométrie. Tycho y désigne les propositions, ses " Dogmata „ pour parler son langage, par leurs numéros d'ordre. Chose bien digne d'attention,

(1) 1er janv. 1591, 19 nov. 1595.
(2) P. 23.
(3) Bologna, Nicola Zanichelli, 1886 ; pp. 192-205.

la concordance de ces numéros avec ceux du manuscrit de Prague est parfaite.

Arrêtons-nous un instant, si on le veut bien, à cette lettre de Sascerides; car la trigonométrie de Tycho Brahé offre parfois, comme je le disais ci-dessus, d'intéressants sujets d'études psychologiques, et cette correspondance de Sascerides et de Magini nous fournit dès maintenant l'occasion d'en faire une.

Tycho Brahé, je ne dois pas l'apprendre au lecteur, n'était pas seulement le premier astronome de son temps, c'était encore un très grand seigneur. Dans son île d'Hnënne, il menait, à l'observatoire d'Uraniborg, un train plus que princier, presque royal. En 1591 les revers et les malheurs n'étaient pas encore venus assombrir son existence, et rien mieux que sa correspondance ne met en relief la situation hors pair dont il jouissait alors (1).

A l'exception de son excellent et illustrissime ami le landgrave astronome Guillaume IV de Hesse, les savants en relation épistolaire avec lui ont presque tous le sentiment de la supériorité de sa position sociale, et sont doublement honorés quand ils ont pu attirer son attention.

Tycho tenait son rang avec aisance et dignité. Ses jugements louangeurs ou défavorables étaient des oracles faisant loi; ils établissaient ou perdaient la réputation d'un homme. C'était une bonne fortune d'avoir obtenu son approbation. Il était en général généreux, encourageant, bienveillant; mais pas toujours inaccessible à la flatterie et ce faible ne passait pas inaperçu. Il en résultait que sa petite cour de savants était assez encline à lui faire hommage non seulement de ses véritables découvertes d'ordinaire très réelles, mais d'autres encore où il n'était pour rien du tout. La distraction et la vanité du Maître en fournissaient parfois d'amusantes occasions.

Quand il se brouillait avec un de ses anciens amis, c'était il

(1) Il existe, outre le *Carteggio... di Ticone Brahe...* publié par Favaro, deux autres ouvrages consacrés à la correspondance de Tycho Brahé :

Tychonis Brahe Dani epistolarvm astronomicarvm libri... Imprimebantvr Vranibvrgi Daniae, prostant Francofurti apud Godefridum Tampachium. MDCX. Ce volume contient la correspondance de Tycho avec le landgrave Guillaume IV de Hesse et Rothmann.

Tychonis Brahei et ad eum doctorum virorum epistolae nunc primum collectae et editae a F. R. Friis. Havniae, année 1876-1886.

Beaucoup de lettres de Tycho ont été publiées isolément. On en trouve une liste fort étendue dans le " *Bibliographical Summary* ", publié par M. Dreyer dans sa biographie de Tycho Brahé citée ci-dessus; pp. 392-396.

est vrai une bien autre affaire. Nicolas Reimers, entre autres, lui fit durement sentir le danger de se parer des plumes du paon. Voleur, ignorant, plagiaire, voilà Tycho, dit-il, et dans son traité des *Hypothèses astronomiques*, il en poursuit impitoyablement la longue et mortifiante démonstration (1).

On est trop loin aujourd'hui pour se laisser influencer par les passions du temps. Les injures de Reimers ne suffisent pas pour mettre en doute le mérite de Tycho Brahé, mais elles le montrent une fois de plus, les grands hommes ont leur faible. Tycho n'y échappait pas. Il avait celui de s'attribuer de temps en temps avec une bonne foi naïve les découvertes d'autrui, et sa lettre adressée à Sascerides pour être transmise à Magini en fournit un très curieux exemple.

Ami commun de Magini et de Tycho, Sascerides remplissait alors le rôle d'intermédiaire mettant les deux savants en relation. De ce ton de condescendance bienveillante et un peu protectrice qu'il affectionne, Tycho permet à Sascerides de faire connaître à l'astronome italien son " Dogma IV planorum „. Magini y apprendra, dit-il, à résoudre directement un triangle rectiligne, dont on connaît deux côtés et l'angle compris. La méthode ancienne, on le sait, était indirecte, et consistait à décomposer le triangle proposé en une somme ou une différence de triangles rectangles.

Tycho croit évidemment faire part à Magini d'une découverte importante et surtout neuve. Le ton ingénu de sa lettre ne laisse aucun doute à cet égard. Et cependant il s'agissait d'une formule tombée dans le domaine public depuis huit ans ; c'était

$$\frac{a+b}{a-b} = \frac{\operatorname{tang} \frac{1}{2}(A+B)}{\operatorname{tang} \frac{1}{2}(A-B)}.$$

Thomas Finkius, le plus consciencieux des écrivains, l'avait donnée, dans sa *Geometria rotundi* (2), comme neuve et de son invention. Il en était incontestablement l'auteur ; sa *Geometria rotundi* était classique et fort répandue ; bien plus, et ce n'est

(1) Pour citer au moins un passage, voyez : " Sequuntur ex literis Tychonis in me convitia et mendacia. „ *De Astron. Hypoth.* pp. (E iv) r°-(F iv) r°.

(2) *Thomae Finkii Flenpurgensis Geometria rotundi Libri XIIII... Basileae per Sebastianum Henricpetri.* Sans date au titre, mais à la dernière page on lit : *Anno..... M. D. LXXXIII;* p. 292.

pas le moins piquant de l'affaire, Magini le comptait parmi ses correspondants habituels (1).

A propos de cette formule, disons-le, en passant, pour ne plus y revenir, la trigonométrie rectiligne de Tycho Brahé tout entière est beaucoup moins originale que sa trigonométrie sphérique. Elle renferme une seule formule nouvelle méritant l'attention. Nous l'écririons aujourd'hui :

$$\operatorname{tang} C = \frac{b \sin A}{c - b \cos A}.$$

Comme la formule de Thomas Finkius, elle appartient au " Dogma IV planorum ", et sert à résoudre le triangle par décomposition en triangles rectangles. Ainsi donc, abordons immédiatement la trigonométrie sphérique.

On y lit cinq propositions remarquables. En voici d'abord la transcription en notations modernes. J'y joins chaque fois les formules anciennes qu'elles étaient destinées à remplacer.

Dogma I. On donne les côtés b et c de l'angle droit d'un triangle rectangle ; on demande l'hypoténuse a.

Solution :

$$\cos a = \frac{1}{2} [\cos (b - c) + \cos (b + c)].$$

C'est l'équivalent de la formule des Grecs (2)

$$\cos a = \cos b \cos c.$$

Dogma III. Dans un triangle rectangle on donne le côté b de l'angle droit et l'angle C adjacent et différent de 90°; on demande l'angle B opposé à b.

Solution :

$$\cos B = \frac{1}{2} [\sin (C + b) + \sin (C - b)].$$

C'est une transformation de la formule de Geber (3)

$$\cos B = \cos b \sin C.$$

(1) Voyez la table du *Carteggio di Ticone Brahe.*

(2) On la trouve entre autres dans *Claudii Ptolemaei Opera quae extant omnia. Syntaxis Mathematica edidit Heiberg Lipsiae Teubner, 1898.* Tom. I, liv. 2, ch. 2, p. 91.

(3) *Instrumentum primi mobilis, a Petro Apiano nunc primum et inventum et in lucem editum... Accedunt iis Gebri... libri IX de Astronomia... Norimbergae apud Io. Petreium, anno MDXXXIII.* Lib. I, prop. XV, p. 13.

Dogma VI. On donne les côtés b et c d'un triangle obliquangle, avec l'angle compris A: on demande le côté a.

Solution :

$$\cos a = \frac{1}{2}[\cos(b-c) + \cos(b+c)]$$
$$+ \frac{1}{2}[\cos(b-c) - \cos(b+c)]\cos A.$$

C'est la formule d'Albategnius (1)

$$\cos a = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A.$$

Dogma VII. On donne le côté a d'un triangle obliquangle avec les angles adjacents B et C ; on demande l'angle A.

Solution :

$$\cos A = \frac{1}{2}[\cos(B-C) - \cos(B+C)]\cos a$$
$$- \frac{1}{2}[\cos(B+C) + \cos(B-C)].$$

C'est la plus remarquable des formules de la trigonométrie de Tycho Brahé. Elle équivaut au théorème corrélatif de celui d'Albategnius

$$\cos A = \sin B \sin C \cos a - \cos B \cos C.$$

Nous aurons à y revenir.

Dogma IX et dernier. On donne les côtés a, b, c d'un triangle obliquangle ; on demande l'angle A opposé à a.

Solution :

$$\cos A = \frac{\cos a - \frac{1}{2}[\cos(b-c) + \cos(b+c)]}{\frac{1}{2}[\cos(b-c) - \cos(b+c)]}.$$

(1) *Continentur in hoc libro. Rvdimenta astronomica Alfragani. Item Albategnivs astronomvs peritissimvs de motv stellarvm... Norimbergae MDXXXVII.* Ch. XI, f° 15 r°.

Cette formule est bien équivalente à celle d'Albategnius, mais dans l'ouvrage de l'astronome arabe cette dernière a une forme se rapprochant plutôt de celle du Dogma IX ci-dessous.—Voir pour plus de détails *von Braunmühl, Vorlesungen über Geschichte der Trigonometrie*, Leipzig, Teubner 1900, p. 53. Ce point d'histoire y est traité avec plus d'exactitude que dans les *Vorlesungen über Geschichte der Mathematik de Cantor* (2e éd. tom. I, p. 694) ou dans l'*Histoire de l'Astronomie du Moyen Age de Delambre* (p. 20).

C'est :

$$\cos A = \frac{\cos a - \cos b \cos c}{\sin b \sin c}.$$

Formule d'Albategnius, nous l'avons dit plus haut.

Quant au théorème corrélatif de ce Dogma IX : calculer les côtés d'un triangle dont on donne les angles, il était connu depuis Regiomontan (1). Après lui Copernic s'en était occupé (2). Mais il était de peu d'usage dans l'astronomie du XVIe siècle ; Tycho le passe sous silence.

Pour apprécier l'intérêt des théorèmes précédents, rappelons avant tout leur date de 1591.

Depuis quarante ans les astronomes possédaient dans le petit *Canon* de Rheticus (3) les tables des six lignes trigonométriques naturelles ; ils devaient attendre plus de vingt ans encore avant d'avoir celles de leurs logarithmes. La *Mirifica logarithmorum canonis descriptio* de Neper est de 1614.

Tycho prend le contre-pied de la méthode de l'algébriste anglais. Au lieu de chercher à transformer les sommes et les différences en produits, il fait l'inverse et transforme les produits en sommes et en différences. A la place des logarithmes il emploie la prosthaphérèse, car c'est le nom que sa méthode a pris dans l'histoire (4).

Il faut être familier avec les géomètres de la fin du XVIe et du commencement du XVIIe siècle ; il faut avoir eu en main les calculs formidables d'un Adrien Romain (5) ou d'un Ludolphe van

(1) *Doctissimi viri et mathematicarum disciplinarum eximii Professoris Ioannis de Regiomonte de Triangulis omnimodis libri quinque... Norimbergae, in aedibus Io. Petri. Anno Christi MDXXXIII.* Lib. IV, Prop. 33, pp. 121 122.

(2) *De lateribus et angulis triangulorum tum planorum rectilineorum, tum sphaericorum, liber eruditissimus et utilissimus... scriptus a clarissimo et doctissimo viro D. Nicolao Copernico Torinensi... Excussum Vitlembergae per Ioanem Lufft. Anno M. D. XLII ;* f° Ciij v. — Plus tard ce petit opuscule forma les chapitres 13e et 14e du livre I, *De Revolutionibus orbium coelestium.* La proposition est la 15e du chap. 14.

(3) Publié à Leipzig, chez Wolfgang Gunter, en 1551.

(4) De πρόσθεσις addition et ὑφαίρεσις soustraction. De nos jours l'histoire de la prosthaphérèse a été étudiée surtout par le docteur von Braunmühl de Munich : ses travaux sont résumés dans ses *Vorlesungen üb. Gesch. der Trig. tom. I* (voir la table au mot " prosthapheresis ").

(5) Voir : *Ideae mathematicae... sive Methodus polygonorum... Authore Adriano Romano Lovaniensi... Lovanii, M. D. XCIII,* etc. etc.

Ceulen (1), avoir senti le poids écrasant de l'obstacle opposé au progrès de la science par la longueur des méthodes anciennes ; il faut tout cela, dis-je, pour comprendre combien les procédés de Neper et de Tycho étaient utiles, et quel soulagement ils apportaient aux astronomes !

On en était arrivé au point de mesurer souvent la valeur d'un géomètre, surtout à son habileté dans le calcul arithmétique. Adrien Romain que je viens de nommer, savant distingué cependant, en fournit une preuve typique. Personne n'a plus profondément étudié Viète. Mais qu'admire-t-il surtout en lui? L'algébriste? Le réformateur de la trigonométrie? Sans doute, mais bien au-dessus de cela, le prodigieux calculateur. Qu'on relise l'histoire de ses relations avec Viète à propos de l'équation du 45e degré, si l'on veut s'en convaincre (2).

Mais assez sur ce sujet, car j'entends le lecteur me poser une question : Les logarithmes sont incontestablement l'invention de Neper, la prosthaphérèse est-elle de même la découverte de Tycho Brahé ?

S'il fallait l'en croire, oui. La prosthaphérèse est sa méthode, dit-il dans sa correspondance, et il en revendique parfois la paternité avec un soin jaloux (3).

Il faut en rabattre; la prosthaphérèse était vieille de près d'un siècle. Mais cette fois je me garderai de taxer de nouveau Tycho de ridicule, de lui reprocher de se parer des plumes du paon; car autre chose est d'avoir une idée le premier, autre chose de la mettre en valeur et de la faire fructifier.

Sans sortir de l'histoire de la trigonométrie, en veut-on un exemple ?

Les Indiens, et probablement les Grecs eux-mêmes, ont eu

(1) Voir : *De Arithmetische en Geometrische Fondamenten van M. Ludolf van Ceulen... Leyden, M. D. CXV*, Het sesde deel deses boecx, pp. 247 et suiv.

(2) Voir : Notice sur le *Mathématicien Louvaniste Adrien Romain* par Philippe Gilbert, publiée dans la Revue Catholique, t. XVII, 1859, p. 406.

En recourant au texte original du problème, on s'aperçoit que c'est bien moins un exercice sur les sections angulaires qu'un calcul numérique que Romain a en vue. " Non dubito, dit-il, quin Ludolf van Collen ejus solutionem saltem in numeris sit inventurus „. *(Ideae mathematicae*, p. 14 n. ch). On conçoit dès lors son admiration de voir Viète trouver la solution de l'équation en quelques instants.

(3) Voir la lettre de Sascerides du 1er février 1591 citée ci-dessus *(Carteggio di Ticone Brahe*, p. 203).

l'idée des sinus (1) ; ce n'est cependant qu'Albategnius qui en comprit toute l'utilité. C'est lui qui les substitua définitivement aux cordes, et eut l'autorité suffisante pour imposer à tous cette réforme. Est-ce à tort, si l'histoire lui en fait honneur ?

Jean Werner de Nuremberg conçut de même la prostaphérèse ; Tycho la vulgarisa. Mais pour comprendre ce qu'elle lui doit, il est nécessaire de rappeler ici quelques faits.

Werner naquit à Nuremberg le 14 février 1468. De 1493 à 1498 il séjourna à Rome, et à part cette interruption de cinq ans, il semble avoir écoulé sa vie entière dans sa ville natale. Il y mourut en 1528.

C'était un homme de haute valeur ; ses contemporains sont unanimes à le reconnaître. Il a beaucoup écrit mais édité peu lui-même. L'intérêt de ses rares travaux imprimés fait d'autant plus regretter la perte de ses manuscrits. L'un d'eux surtout est resté célèbre : c'était un traité de trigonométrie sphérique en cinq livres intitulé : *De Triangulis per maximorum circulorum segmenta constructis libri V* (2). Werner y donnait les premières règles de la prosthaphérèse. Il en méditait l'impression, mais ne trouva pas d'éditeur.

A sa mort le manuscrit passa à un mécanicien de Nuremberg, Georges Hartmann, connu dans l'histoire pour avoir observé le premier l'inclinaison de l'aiguille aimantée. Plus tard nous le voyons encore entre les mains de Rhéticus, puis on en perd la trace.

Rhéticus y remarqua-t-il la prostaphérèse ? La fit-il connaître autour de lui ? On ne saurait l'affirmer d'une manière certaine, mais la chose est probable ; car c'est à Uranibourg, c'est à Cassel, c'est en un mot dans les observatoires gardiens des grandes traditions de Copernic que nous la retrouvons. Mais dès lors on y avait perdu le souvenir de son premier inventeur.

Écoutons sur ce sujet, un des plus brillants élèves de Tycho.

(1) Voir von Braunmühl, *Vorles. üb. Gesch. der Trig.* Tom. I, pp. 34, 49 et 260.

(2) La *Bibliographie générale de l'Astronomie* par Houzeau et Lancaster (t. I, 1re partie, Bruxelles, Hayez, 1887, p. 561) cite : " Werner Jean, De triangulis sphaericis libri quatuor ; de meteoroscopiis libri V ; nunc primum studio et diligentia Ioachimi Rhetici in lucem editi ; 4° Cracoviae 1507 „. Ce renseignement est erroné.

Voyez l'histoire du manuscrit de Werner dans von Braunmühl, *Vorles. über Gesch. der Trigonom.* Tom. I, p. 133, ou dans Cantor, *Vorles. über Gesch. der Math.* 2e édit. tom. I, p. 454.

" La prosthaphérèse, dit Chrétien Longomontan (1), n'est due ni aux Arabes, ni à Regiomontan ; leurs écrits le prouvent. Personne ne parait l'avoir employée avant notre Tycho et Wittich de Breslau. C'est en 1582, à Huënne, que pour venir en aide aux étudiants d'Uranibourg, ils résolurent ensemble des triangles sphériques par cette méthode. Elle était appliquée pour la première fois. "

Ce dernier point est contestable. Tycho connaissait la prosthaphérèse dès 1580 (2), mais ce n'est pas ici le moment de le démontrer. Ce qu'il importe de remarquer, c'est que Wittich et lui en sont les auteurs aux yeux de Longomontan. Est-ce tout à fait à tort ? Non, car dans un petit cercle d'initiés, nous voyons Tycho employer toute son activité et toute son influence pour la faire triompher.

Ce cercle était de rayon restreint, il est vrai ; mais ceci demande derechef un mot d'éclaircissement.

Rien n'est plus contraire à nos habitudes modernes de diffusion de la pensée et de division du travail, que le sentiment auquel obéit Tycho. On voit poindre déjà chez lui le travers de cacher les démonstrations et les méthodes, travers qui devait s'accentuer d'une manière si funeste à la science, chez tant de grands génies aux siècles suivants. Sans doute Tycho encourage la prosthaphérèse, il cherche même par tous les moyens à en faire apprécier les avantages ; mais dans le cercle de ses élèves et de ses amis, mais dans le but d'assurer la supériorité des calculateurs d'Uranibourg. L'idée de la lancer dans le public, d'en faire le profit de tous ne lui vient pas ; c'est à Nicolas Reimers qu'en échut l'honneur.

Qu'il avait raison cette fois de signer le *Fundamentum Astronomicum* (3) : Nicolaus Raymarus Ursus Dithmarsus, Nicolas Reimers l'Ours de Dithmarsch ; car c'était bien le pavé de l'ours, qu'il lançait au grand astronome ! Tycho en conçut un ressentiment profond et les deux savants se poursuivirent désormais

(1) *Astronomia Danica, vigiliis & opera Christiani Longomontani... elaborata... Amsterdami, apud Ioh. et Cornelium Blaev. M. DC. XXXX.* ; p. 7.

(2) La démonstration en a été faite par von Braunmühl. *Zur Geschichte der prosthaphaeretischen Methode*, publié dans le *Festschrift zum Siebzigsten Geburtstage Moritz Cantors*, Leipzig. 1899 ; p. 19.

(3) *Nicolai Raymari Vrsi Dithmarsi Fundamentum Astronomicum.... Argentorati, excudebat Bernhardus Iobin. 1588* ; p. 16 vo.

d'une haine féroce. Mais ne nous écartons pas de notre sujet ; je n'ai pas à faire l'histoire de leur querelle (1).

Le célèbre réformateur du calendrier, le jésuite Clavius, saisit du premier coup d'œil l'importance de l'indiscrétion de Reimers. Il eut alors un trait de génie et fit aussitôt faire un progrès considérable à la prosthaphérèse (2). Tycho l'appliquait au seul cas du produit de deux sinus; Clavius l'étendit à celui du produit de deux grands nombres quelconques. C'est un des plus beaux théorèmes de son traité de l'*Astrolabe* (3). Il y donne à cette occasion le plus ancien exemple imprimé de l'emploi d'un angle auxiliaire (4).

Voici ce que deviennent en notations modernes les " Dogmata VI et IX „ de Tycho modifiés d'après les idées de Clavius. Les énoncés en sont transcrits dans l'*Astronomia Danica* (5) de Longomontan ; car Clavius s'est contenté de démontrer la généralité de la méthode, sans entrer ensuite aussi loin que lui dans tous les détails de l'application.

Dogma VI. On donne les côtés b, c d'un triangle obliquangle et l'angle compris A ; on demande le côté a.

Solution :

$$\cos \varphi = \frac{1}{2}[\cos(b-c) - \cos(b+c)]$$

$$\cos a = \frac{1}{2}[\cos(b-c) + \cos(b+c)]$$

$$+ \frac{1}{2}[\cos(A-\varphi) + \cos(A+\varphi)]$$

Dogma IX. On donne les côtés a, b, c d'un triangle obliquangle ; on demande l'angle A opposé à a.

(1) On y donne volontiers tous les torts à l'Ours de Dithmarsch. C'est peu équitable, comme Rudolf Wolf l'a fort bien montré dans les *Astronomische Mittheilungen* (LXVIII, Zurich, 1886).

(2) Dans son livre *De Astronomicis Hypothesibus,* Reimers reconnaît que ce progrès est bien dû à Clavius (f° Fij r°, n° 23). Je saisis l'occasion pour appeler l'attention sur l'importance des renseignements historiques contenus dans ce rarissime opuscule. Il forme un complément précieux de la correspondance de Tycho Brahé.

(3) *Christophori Clavii Bambergensis e Societate Jesu Astrolabium.., Romae... Ex Typographia Gabiana MDXCIII.* Lib. I. Lemm. 53, pp. 178-194.

(4) J'ai résumé l'histoire de la méthode des angles auxiliaires dans une des notes de mon mémoire : *Le traité des Sinus de Michel Cognet.* Bruxelles, 1901, p. 20.

(5) Le " dogm. VI „, p. 29 ; le " dogm. IX „, p. 26.

Solution :

$$\cos \varphi = \cos a - \frac{1}{2}[\cos (b - c) + \cos (b + c)]$$

$$\sec \psi = \frac{1}{2}[\cos (b - c) - \cos (b + c)] \times 10$$

$$\cos a = \frac{10 \cos \varphi}{\sec \psi} = \frac{1}{2}[\cos (\varphi - \psi) + \cos (\varphi + \psi)] \times 10$$

Il est superflu d'insister sur l'inconvénient de ces multiplications par 10, ou parfois même par des puissances de 10. Aussi appliquée à un quotient la prosthaphérèse conduit-elle aisément à des erreurs assez considérables. Cette imperfection n'a pas échappé à Clavius et il a eu soin de la signaler lui-même (1).

Quant au problème de la détermination du troisième angle d'un triangle dont on connaît un côté et les deux angles adjacents, il se traite d'une manière analogue au " Dogma VI „ (2). Mais je l'ai déjà dit ci-dessus, ce théorème mérite une étude spéciale, et c'est le moment de la faire.

Je ne m'attarderai pas à peindre ici le tableau de l'importance du principe de dualité dans la géométrie moderne ; le lecteur le connaît. Mais s'il n'y a qu'une voix pour proclamer l'excellence de cette méthode et sa fécondité, l'accord cesse d'exister quand il s'agit d'en désigner le premier inventeur. Que le principe de dualité ait eu ses plus anciennes applications dans la théorie des triangles sphériques polaires, le fait n'est guère révoqué en doute ; mais la question est de savoir à qui cette théorie elle-même est due. Chasles et Delambre ont nommé Snellius (3). C'est, je crois, avec raison. Mais il faut le reconnaître, leur opinion admise jadis sans conteste, est aujourd'hui assez discutée. Dans son Histoire de la Trigonométrie (4), M. von Braunmühl n'hésite

(1) *Astrobalium*, p. 193.

(2) *Astronomia Danica*, p. 31.

(3) *Aperçu historique sur l'origine et les développements des méthodes en géométrie...*, par M. Chasles .., Paris, Gauthier-Villars 1889, Ch. II, § 3 p. 54.

Histoire de l'Astronomie du moyen-âge, par M. Delambre, Paris... Courcier... 1819. Liv. 2. Chap. 8, p. 474.

Snellius lui-même a donné la théorie des triangles sphériques polaires dans les *Willebrordi Snellii a Royen R. F. Doctrinae Triangulorum Canonicae Libri IV... Lugduni Batavorum... Maire M DC XXXVII.* Lib. III. Prop. 8, p. 120.

(4) *Vorles. über Gesch. der Trig.* Tom. I, p. 182. Je passe intentionnellement sous silence, ce que M. von Braunmühl dit de Nasir Eddin (p. 68) ;

pas à revendiquer pour Viète la gloire de la découverte. Sans examiner ici le bien fondé de l'opinion du savant professeur de Munich, voici ce qu'en toute hypothèse on doit lui accorder. Personne ne songera d'ailleurs à le nier, et cette concession suffit pour assigner, comme nous allons le faire, la part de Tycho.

Cédons dans ce but un instant la parole à l'auteur de l'*Aperçu historique*. Aussi bien nul ne parle avec plus d'autorité que lui sur le principe de dualité et son histoire. Chasles s'exprime ainsi (1) :

" Nous devons surtout remarquer dans la trigonométrie de Viète, une idée neuve et infiniment heureuse, qui a un rapport direct avec les nouvelles doctrines de la Géométrie ; c'est la transformation des triangles sphériques en d'autres, dont les angles et les côtés répondent d'une certaine manière, aux côtés et aux angles des triangles proposés. " Si des trois sommets „ d'un triangle sphérique, dit-il, comme pôles, on décrit des arcs „ de grands cercles, le triangle nouveau qui en résultera sera „ *réciproque* au premier triangle, tant par les angles que par les „ côtés. „ Hâtons-nous de dire que ce triangle *réciproque* n'est pas précisément le triangle *polaire* ou *supplémentaire*, dans lequel les côtés sont les suppléments des angles des triangles primitifs, et les angles les suppléments des côtés : deux des côtés du triangle de Viète, sont égaux aux angles du triangle proposé, et le troisième côté est égal au supplément du troisième angle.

„ Les géomètres qui écrivirent après Viète sur la géométrie sphérique s'emparèrent de cette heureuse innovation et transformèrent aussi les triangles sphériques, mais en conservant le triangle *réciproque* de Viète. Tels sont Adrien Metius, Magini, Pitiscus, Neper et Cavalieri.

„ La découverte du véritable triangle *supplémentaire*, qui devait résulter inévitablement de la doctrine de transformation de Viète, est due à Snellius. „

Complétons cette analyse de Chasles par l'adjonction d'une date : Viète a donné son triangle réciproque en 1593 seulement (2). La trigonométrie de Tycho Brahé était donc déjà écrite depuis deux ans.

les travaux du savant arabe étaient inconnus à la fin du XVIe siècle, et ne doivent pas entrer en ligne de compte ici.

(1) *Aperçu historique*, p. 54.

(2) Dans le *Francisci Vietae Variorvm de Rebvs Mathematis Responsorvm Liber VIII.... Tvronis Apud Iamettvm Mettayer.... 1593*, ch. XIX, nº IV, 10, p. 41 ro.

Et maintenant il est temps de conclure.

Que l'algébriste français ait connu le véritable triangle supplémentaire, ou qu'il n'ait pas été au delà du triangle réciproque, peu importe ; ses profondes méditations sur la corrélation des figures de la trigonométrie sphérique lui firent découvrir les formules les plus remarquables. Parmi celles-ci l'une des plus importantes et des plus neuves était sans contredit (1) :

$$\cos A = \sin B \sin C \cos a - \cos B \cos C.$$

Elle formait l'un des fleurons les plus beaux de sa couronne, et l'un des moins contestés. Or Tycho Brahé ne semble-t-il pas bien près de le lui ravir ? Comment aurait-il établi son " Dogma VII „ s'il ne l'avait pas connu ? Ne le perdons pas de vue, l'analyse algébrique est encore dans l'enfance. Viète comme Tycho démontrent toutes leurs formules par des raisonnements exclusivement géométriques. Rejetons donc, si l'on veut, cette première hypothèse ; c'est qu'alors nous préférons admettre que Tycho a déduit directement le " Dogma VII „ du " Dogma VI „. Fort bien ! Mais loin d'aplanir la difficulté de l'invention, cette deuxième hypothèse l'accroît évidemment, et le théorème de Tycho Brahé n'en serait que plus admirable. Quel que soit le parti auquel nous nous arrêtions, le grand astronome doit être désormais rangé parmi les géomètres ; son nom doit figurer sur la liste des précurseurs de Snellius et il n'est plus possible de le taire dans l'histoire du principe de dualité.

Terminons cette trop longue étude par une dernière réflexion.

Nous sommes en 1591 et l'année 1591 est bien proche de 1614. Bientôt l'immortelle invention de Neper va éblouir les astronomes et les géomètres. Son éclat les empêchera de fixer encore leurs regards sur cette belle méthode de la prosthaphérèse.

(1) *Op. cit.*, nº XVI, p. 36 rº.

C'est dans le même ouvrage que Viète a donné (ch. XIX, nº XIII, p. 34 vº)

$$\cos a = \cot B \cot C.$$

Cette formule était la sixième des triangles sphériques rectangles. Elle complétait cette théorie en permettant enfin de calculer directement l'un quelconque des éléments du triangle en fonction de deux des autres. Les Grecs connaissaient les quatre premières formules ; Géber avait trouvé la cinquième

$$\cos B = \cos b \sin C.$$

Celle-ci partagera le discrédit dans lequel les logarithmes vont jeter les lignes naturelles. Peu à peu elle déclinera pour finir par être enfin entièrement oubliée.

Qu'il nous soit permis de le regretter. Car un dédain si grand des tables des lignes naturelles, un oubli si complet des méthodes qui leur sont propres, rien ne le justifie.

Dès 1621, l'un des plus fidèles disciples de Tycho, Longomontan reprochait à ses contemporains leur engouement excessif pour les logarithmes (1).

" C'est sans doute un admirable livre que celui de Jean Neper baron de Merchiston, dit-il ; mais à mon avis ses procédés sont peut-être bien détournés, du moins pour les commençants. Ceux-ci auraient cependant si grand besoin d'être conduits par la voie la plus directe. Voilà pourquoi dans mon ouvrage, je choisirai la prosthaphérèse, méthode tout aussi avantageuse, procédant comme l'autre par voie exclusive d'addition et de soustraction. "

Qu'elle fut tout aussi avantageuse, c'est beaucoup dire. Elle était cependant parfois bien plus simple.

Qu'avons-nous gagné sur Tycho Brahé, quand pour trouver, par exemple

$$\operatorname{tang} a + \operatorname{tang} b$$

nous calculons

$$\frac{\sin(a+b)}{\cos a \cos b} ?$$

Qu'avons-nous gagné encore lorsqu'au lieu de chercher directement dans les tables des lignes naturelles

$$\sin p + \sin q$$

nous devons calculer

$$2 \sin \frac{1}{2}(p+q) \cos \frac{1}{2}(p-q) ?$$

Deux lectures de tables et une addition donnaient à Tycho la réponse. A nous, il nous faut trois additions ou soustractions, deux divisions par 2 et quatre lectures de tables pour l'obtenir. Je dis " quatre lectures ", puisqu'il est nécessaire d'en faire une pour repasser du logarithme au nombre. Et qu'il me serait aisé de multiplier les exemples du même genre ! Exemples choisis

(1) *Astronomia Danica*, p. 7. J'ai résumé le passage.

à dessein cependant parmi ceux que l'on regarde comme se prêtant bien au calcul par logarithmes.

On paraît l'avoir complètement oublié de nos jours ; l'appel si sensé de Longomontan avait été entendu. Pendant le XVIIe siècle et la plus grande partie du XVIIIe, la plupart des tables trigonométriques donnèrent à la fois les lignes naturelles et leurs logarithmes ; telles étaient, par exemple, les petites tables de Vlacq (1). C'était la bonne et vraie méthode ; on n'eût jamais dû l'abandonner (2). Puisse cette étude de la Trigonométrie de Tycho Brahé avoir contribué à le montrer !

HENRI BOSMANS, S. J.

II

L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE EN BELGIQUE DURANT LES ANNÉES 1897-1899

En divers pays les gouvernements secondés par tous ceux qu'intéresse la cause agricole se sont attachés à relever le niveau des connaissances professionnelles de l'agriculteur, afin de lui permettre de soutenir le mieux possible la lutte économique. En Belgique notamment, le Ministère de l'Agriculture organisa rapidement l'enseignement agricole et lui donna le développement adapté aux besoins de l'agriculture nationale, de telle sorte que notre pays possède aujourd'hui un ensemble d'institutions d'instruction agricole, envié de l'étranger et dont nous avons tout lieu d'être fiers.

Le rapport triennal (1897-1899) que vient de publier le Département de l'Agriculture fournit au sujet de la situation de notre enseignement agricole des renseignements très intéressants, qu'il est utile de mettre en relief.

(1) Voir sur ces tables et leurs nombreuses éditions : *Notice sur les Tables logarithmiques hollandaises*, par Bierens de Haan, publiée dans le BULLETTINO DE BONCOMPAGNI, tome VI, Rome 1873, pp. 203 et suiv.

(2) En disant cela je ne fais que répéter une idée de Delambre, *Histoire de l'Astronomie moderne*. Paris, Courcier, 1821 ; t. II, Livre 7, p. 16. Voyez aussi : *Remarques sur l'enseignement de la Trigonométrie par M. J. Hoüel* (MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES DE BORDEAUX, 2e sér. tom. V, 1883 ; p. 197 et suiv.).

I. ENSEIGNEMENT AGRICOLE SUPÉRIEUR (1)

Des modifications importantes ont été apportées en 1899 au programme des études de l'institut de Gembloux. Ce programme,

Institut agricole de l'État.

réparti anciennement sur trois années, a été sensiblement réduit et une quatrième année facultative établie. Cette quatrième année comprend trois sections d'études spécialisées : la section des eaux et forêts, celle d'agronomie et d'enseignement et celle de chimie et des industries agricoles. Les étudiants qui auparavant se voyaient forcés d'accomplir des stages onéreux dans les industries agricoles ou les instituts sylvicoles étrangers, peuvent actuellement terminer leur préparation technique à Gembloux sous la direction de professeurs compétents.

Cette transformation du plan d'études s'est traduite de la façon suivante : Jusqu'en 1896-1897 il se donnait hebdomadairement

(1) Le rapport triennal officiel, que cet article analyse, ne fait évidemment aucune mention de l'enseignement agricole libre non subsidié et en particulier de l'Institut agronomique de l'Université de Louvain. Disons cependant que ce dernier établissement continue de prospérer et que c'est à son initiative que sont dues certaines modifications introduites au degré supérieur de l'enseignement agricole belge, notamment la création de la 4e année de spécialisation.

16 leçons théoriques en 1e année, 17 en 2e année et 16 en 3e année, tandis que sous le régime nouveau le nombre des leçons est ramené à 12 dans les trois années.

En 1896-1897, 1897-1898 et 1898-1899, l'institut fut fréquenté respectivement par 92, 103 et 104 élèves.

II. ENSEIGNEMENT AGRICOLE MOYEN

Cet enseignement est donné en Belgique par divers genres d'institution :

1° Les écoles régionales agricoles.

2° Les écoles horticoles.

3° Les cours d'agronomie des établissements d'enseignement moyen.

4° Les écoles ménagères agricoles.

1° *Les écoles régionales agricoles*

Elles visent la formation de praticiens éclairés capables de conduire rationnellement toutes les spéculations de la ferme.

Ecole agricole de l'Etat à Huy. — Cours pratique de menuiserie.

Elles sont actuellement au nombre de 18 dont celle de Huy, seule, appartient à l'État. Les 17 autres sont des écoles libres soumises

à l'inspection officielle et émargeant au budget pour des sommes variant de 1000 fr. à 5000 fr., mais qui se montent pour la plupart à 2 ou 3000 francs. C'est grâce au système des écoles libres subsidiées que notre Département de l'Agriculture a pu, malgré des ressources relativement faibles, créer de si nombreux établissements d'instruction agricole.

La seule école de Huy coûte à l'État, bon an mal an, de 25 à 30 000 francs, alors que les 17 écoles libres subsidiées ne reçoivent au total que 40 à 45 000 francs.

La population moyenne des écoles régionales agricoles s'est élevée à 22 élèves par école durant le triennat 1897-1899. La fréquentation scolaire se ressent vivement de la crise de main-d'œuvre agricole, mais aussi de l'indifférence du cultivateur.

Le Département de l'Agriculture étudie les moyens de remédier à cet état de choses, notamment par l'octroi de bourses d'études. Il s'occupe également de l'unification des programmes des diverses écoles.

2° *Les écoles d'horticulture*

Ecole d'horticulture de Vilvorde.

Elles forment des jardiniers et des horticulteurs diplômés. Leur organisation est semblable à celle des écoles régionales

agricoles. Deux d'entre elles (Gand et Vilvorde) sont exploitées au compte de l'État, les cinq autres forment des instituts libres ou des sections subventionnées d'écoles libres. Les sept écoles furent fréquentées en 1897, 1898 et 1899 par 231, 236 et 219 élèves.

La coordination des programmes scolaires vient de s'achever par les soins de l'administration de l'agriculture.

3° *Les cours d'agronomie des établissements d'enseignement moyen*

Ils consistent en 35 leçons d'agronomie données dans les athénées ou écoles moyennes de l'État, les petits séminaires et les collèges libres; 188 cours pareils organisés de 1897 à 1899 ont été suivis par 5246 élèves, soit 27 par cours.

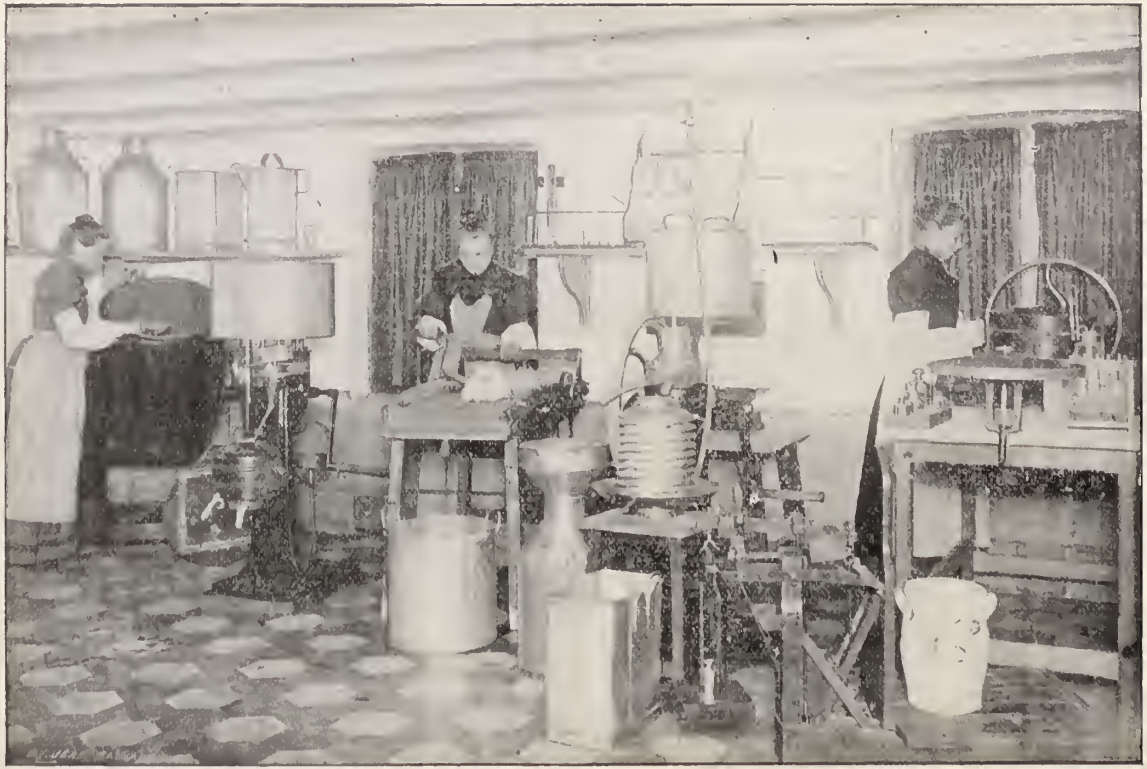
4° *Les écoles ménagères agricoles*

Elles s'adressent aux jeunes filles des campagnes. Elles forment un type d'institution d'enseignement agricole qui n'a trouvé en aucun autre pays une application aussi étendue qu'en Belgique. Aussi ces écoles sont-elles l'objet de l'admiration unanime de l'étranger. L'introduction des écoles ménagères agricoles en notre pays et leur organisation si bien conçue sont dues à M. Proost, Directeur général de l'agriculture, qui, dès 1876, démontrait l'impérieuse nécessité de l'instruction professionnelle des femmes de la campagne.

La Belgique compte 10 écoles ménagères agricoles et 5 sections ménagères agricoles. Les premières possèdent un programme complet (1) dont l'exécution comporte hebdomadairement 14 1/2 heures de leçons théoriques et 14 heures de travaux pratiques. Les secondes ne donnent que les cours d'agriculture, de zootechnie, de laiterie et de comptabilité.

Le Département de l'Agriculture applique ici encore l'excellent système de l'école libre subsidiée soumise à l'inspection officielle. Une seule école ménagère (Bouchout) est exploitée aux frais de

(1) Religion et morale, arithmétique, rédaction, éléments d'histoire naturelle, d'agriculture, d'horticulture, de culture potagère, de zootechnie; laiterie, économie domestique, économie sociale, éléments de pédagogie et d'hygiène, notions de droit usuel, de commerce et de comptabilité. Certains de ces cours sont facultatifs.



Laiterie de l'école ménagère agricole d'Oosterloo (Westerloo).

l'État, de la province d'Anvers et du comice agricole. Son budget se monte annuellement à 25 000 fr. environ, somme dans laquelle le Ministère de l'Agriculture est intervenu pour 5 600 fr. en 1897, pour 14 917 fr. en 1898 et 4 073 fr. en 1899. Sept autres écoles reçoivent 1000 ou 2000 fr. ; les deux dernières 4000 et 4500 fr. Les sections ménagères se voient allouer annuellement 750 ou 1000 fr. En 1897, 1898 et 1899 les dix écoles ménagères furent fréquentées respectivement par 126 (8 écoles), 135 et 163 élèves, soit en moyenne 15 élèves par école. Chacune des sections ménagères compta également 15 élèves par année.

III. ENSEIGNEMENT AGRICOLE POPULAIRE

Sous ce titre se rangent les écoles de laiterie, les cours d'agronomie pour adultes, les cours élémentaires d'agronomie pour militaires, les cours d'arboriculture fruitière, de culture maraîchère, d'apiculture et de maréchalerie.

1° *Les écoles de laiterie*

Elles comprennent les *écoles permanentes pour jeunes gens* et les *écoles temporaires pour jeunes filles.*

Les écoles permanentes de jeunes gens forment des contremaîtres et directeurs de petites laiteries. Au début cet enseignement était ambulant ; par suite de la nécessité de l'emploi de la vapeur, des difficultés de transport etc., il est devenu fixe et a été annexé aux usines laitières de Betecom et de Borsbeke. Les sessions, d'une durée de 4 mois, furent tenues au nombre de deux en 1897, trois en 1898 et quatre en 1899 ; elles délivrèrent respectivement 13, 33 et 41 diplômes.

Les écoles temporaires de laiterie pour jeunes filles. — C'est encore à l'initiative de M. Proost qu'est due l'organisation de ces écoles qui n'ont leurs pareilles qu'en Danemark. Elles fonctionnent durant 3 mois au bénéfice des jeunes filles de la commune siège de l'école, et des localités voisines. L'enseignement théorique est confié au directeur et aux deux maîtresses de laiterie, tandis que les travaux pratiques sont exécutés à l'aide du matériel complet appartenant au Département et qui est transporté d'un endroit à l'autre. En 1897, 1898 et 1899 il a été créé dans huit provinces respectivement 22, 27 et 22 cours qui furent suivis par 285, 339 et 250 élèves, soit de 11 à 13 élèves par cours.

Ecole de laiterie pour hommes à Borsbeke.

Ecole de laiterie pour hommes à Betecom.

De plus, 12 cours de laiterie d'un mois furent donnés dans les provinces de Brabant, de Liége, et de Luxembourg : ils réunirent en moyenne 15 élèves.

Dans les régions où les laiteries coopératives sont établies, le Département de l'Agriculture étudie le moyen d'organiser des sessions d'une durée plus longue où l'on enseignerait spécialement la fabrication du fromage et l'utilisation des sous-produits.

Un essai de ce genre fut fait en 1899 à Houthem-lez-Liége. L'école eut une durée de 6 mois; 9 jeunes filles y furent diplômées.

2° *Les cours d'agronomie en 15 leçons pour adultes*

Ces cours furent institués au nombre de 282 en 1896-1897, 274 en 1897-1898, et 270 en 1898-1899, soit en moyenne 30 par province et par hiver. Le nombre des auditeurs atteignit 9648 (34,2 élèves par cours), 10 860 (39 élèves par cours) et 11 211 (41,5 élèves par cours).

Le Département de l'Agriculture compte entreprendre à partir de l'hiver prochain une campagne pour propager davantage parmi les cultivateurs les notions d'hygiène des maladies contagieuses, des locaux, de l'alimentation, etc. Nul doute que les efforts persévérants qui seront faits dans cette voie ne produisent les plus heureux résultats pour l'agriculture nationale.

3° *Les cours élémentaires d'agronomie pour militaires*

Ils ont pour but de donner aux fils de cultivateurs appelés sous les drapeaux, les connaissances qui leur feront estimer leur profession, de détruire ainsi l'influence attractive des villes, et d'atténuer la crise de main-d'œuvre agricole.

Ils débutèrent en 1890, furent supprimés en 1893, mais rétablis en 1897. Durant l'hiver 1897-1898, 26 cours semblables furent fréquentés par 673 auditeurs ; en 1898-1899 il fallut créer 36 cours qui groupèrent 1239 élèves. Les cours d'agronomie pour militaires tendent à s'établir en divers pays. Ceux institués en Belgique furent étudiés par l'Allemagne, l'Autriche et la Russie.

4° *Les cours d'arboriculture fruitière*

Ces cours (15 leçons théoriques et pratiques) obtiennent dans tout le pays un très vif succès. En 1897, 1898 et 1899 ils se donnèrent au nombre de 73 89 et 116 que suivirent 3337, 4107 et 4963 auditeurs.

5° *La culture maraîchère*

La culture maraîchère (15 leçons) fut enseignée en 39 communes durant 1897, en 32 communes durant 1898 et en 47 communes durant 1899. Chaque leçon réunit en moyenne 47, 45 et 41 élèves.

6° *Les cours d'apiculture*

Ces cours organisés sous le patronage du Département par les sociétés apicoles du pays ont compris 760 leçons en 1897, 784 en 1898, 750 en 1899, chaque leçon comptant environ 30 auditeurs.

7° *Les cours de maréchalerie*

Ces leçons attribuant le diplôme de maréchal ont été données en 4 localités et suivies au total par 367 auditeurs en 1897, 364 en 1898 et 359 en 1899. Le nombre de diplômes délivrés s'est élevé respectivement à 150, 168 et 168.

Grâce aux encouragements de M. le Ministre de l'Agriculture, il vient de se former deux cercles d'études, l'un pour le personnel enseignant des écoles de jeunes filles, l'autre pour les agronomes et le personnel enseignant des écoles de jeunes gens. Ces cercles produiront, sans aucun doute, les meilleurs effets pour le progrès de la science agricole en Belgique.

La plupart des institutions d'enseignement agricole, si variées et si nombreuses que nous possédons en Belgique et dont nous avons exposé sommairement la situation durant la période triennale 1897-1899, ont été organisées et amenées à l'état prospère où elles se trouvent actuellement par le Département de l'Agriculture qui n'existe que depuis dix-sept ans. Comme nous l'avons vu, la Belgique ne s'est pas contentée de copier ce qui se faisait au

dehors. En maintes circonstances elle a innové et s'est faite la promotrice d'organismes nouveaux qui ont trouvé à l'étranger des admirateurs et des imitateurs. Tous les règlements et programmes de cette importante organisation font en ce moment l'objet d'un travail de revision et de codification qui sera l'une des œuvres les plus pratiques du ministre actuel, M. le Baron van der Bruggen.

Si le Ministère de l'Agriculture a réussi si heureusement à établir en Belgique un vaste réseau d'institutions d'enseignement agricole, et cela malgré des ressources relativement faibles, une des principales raisons s'en trouve dans le fait qu'il a su appliquer d'une façon remarquable et en se réservant toutes les garanties désirables, le principe de l'école libre subsidiée.

Jetant un regard en arrière, nous pouvons donc considérer avec une légitime satisfaction le chemin parcouru, adresser des félicitations et des remercîments à ceux qui se sont dévoués sans relâche à l'organisation de l'enseignement agricole, œuvre d'une portée morale et matérielle très élevée, et exprimer le vœu de voir le Ministère de l'Agriculture persévérer dans l'excellente voie dans laquelle il est engagé.

J. V.
Ingénieur agricole.

III

L'ACTION CATHOLIQUE SUR LE TERRAIN AGRICOLE EN BELGIQUE

Cette étude a pour objet l'exposé des œuvres créées par l'action catholique sur le terrain agricole au point de vue spécial de leur statistique, de leur développement et de leurs résultats, négligeant, par conséquent, ou peu s'en faut, ce qui a trait à leur organisation. Celle-ci est aujourd'hui connue. Nous éviterons ainsi un des travers de notre propagande : la redite.

A l'occasion de ce rapport, nous avons sous les yeux, rangées en deux piles distinctes, nos publications et celles du parti socialiste. Les nôtres atteignent une hauteur quintuple, émanent de plumes meilleures et plus expertes; nous hésitons pourtant à

croire que leur tirage global ait atteint celui de leurs rivales et qu'elles aient produit sur les masses une impression aussi profonde; car, d'une façon générale, nous demeurons trop exclusivement théoriques, nous submergeons notre activité sous le flot de publications, nous nous préoccupons à l'excès de la meilleure formule abstraite et perdons de vue l'utilité elle-même de ces études : l'application pratique, qui seule assure le bénéfice économique et le profit électoral. Que de fois au lieu d'intensifier la publication d'un bon livre, n'avons-nous pas perdu temps et argent à nous recopier les uns les autres, parfois même maladroitement!

Nous renvoyons donc pour l'organisation des œuvres aux ouvrages spéciaux qui en traitent, signalant, pour indication générale, les excellents rapports dressés par les promoteurs eux-mêmes pour le Congrès régional des œuvres catholiques tenu à Nivelles en avril 1899 et au même titre les dix-neuf brochures agricoles éditées par le Cercle d'Études Sociales de Binche.

La première mention revient à l'association la plus ancienne et la mieux connue : le *Boerenbond*.

Le *Boerenbond*, ligue des paysans, dont le siège est à Louvain, est la fédération des *Boerengilden*, corporations locales de paysans. — Sans trop de prétentions, il pourrait revendiquer le titre de fédération nationale, car il compte des affiliés dans toutes les régions du pays; son action principale se limite pourtant à l'arrondissement de Louvain et aux deux provinces d'Anvers et du Limbourg.

Le *Boerenbond* groupe plus de 400 gildes locales, réunissant plus de 25 000 membres.

Il poursuit son premier objet : le relèvement moral et intellectuel des paysans par la publication d'une revue mensuelle, paraissant dans les deux langues : *de Boer*, distribuée à tous les membres et rédigée à leur portée; par l'organisation de conférences agricoles, l'établissement de champs d'expérience et l'enseignement mutuel dans les réunions de chaque mois. A ce point de vue, il est permis de conclure que le *Boerenbond* a convaincu de la nécessité de l'emploi des engrais chimiques la population agricole la plus ancrée dans les vieilles méthodes de jadis.

Dans le domaine législatif, ses hommes d'œuvres ont contribué pour la plus large part au vote de droits d'entrée sur l'avoine et le beurre, à l'augmentation des indemnités allouées pour bes-

tiaux abattus, à l'intervention de la Caisse générale d'Épargne et de Retraite dans l'organisation du Crédit agricole et à l'échec d'un projet d'assurance obligatoire contre la mortalité du bétail. Ils ont pris également une part prépondérante à l'élaboration de la loi sur les Unions professionnelles, mais en dépit des efforts les plus tenaces n'ont pu obtenir pour l'association reconnue la faculté de faire le commerce. Leur programme comporte encore bien des desiderata, car l'appareil législatif est lourd et lent à se mouvoir.

Les résultats les plus brillants sont réalisés dans la sphère coopérative ou syndicale, c'est une efflorescence merveilleuse d'associations.

La *Section pour les achats en commun* a dû, par suite de l'augmentation du chiffre des affaires, se scinder en plusieurs sous-sections. La sous-section pour achat d'engrais et de matières alimentaires pour le bétail a acheté en 1900 pour une valeur de 1 751 773 francs. La sous-section pour achats d'instruments agricoles et celle pour matériel de laiteries ont vendu ensemble pour 143 345 francs.

Signe des temps : le mouvement d'affaires a pris une extension telle que le *Boerenbond* s'est trouvé dans l'heureuse nécessité de devoir installer à Anvers, rue de l'Amidon, 17, une succursale avec magasins et moulin.

Les avantages sont d'acheter directement aux importateurs, de concasser et de moudre les denrées alimentaires du bétail, sans plus aucune crainte de falsification, et grâce à l'emmagasinage de faire aux petites associations locales l'expédition de leurs commandes diverses, par wagon complet, c'est-à-dire à tarif réduit.

Jusqu'en ces derniers mois, la section d'achat du *Boerenbond*, toujours dans l'attende d'une forme d'association répondant à son programme, n'était au point de vue légal qu'un intermédiaire. Elle réunissait les commandes de tous les groupements locaux mais traitait pour leur compte et la marchandise était facturée au nom d'un ou de plusieurs membres de l'association locale. Depuis, acculée par l'importance de ses transactions et à raison de l'insuffisance de la loi sur les Unions professionnelles, elle s'est constituée en société anonyme. Nous avons la conviction, malgré cette qualification pompeusement capitalistique, que la pensée maîtresse demeurera la même que jadis. Nous eussions préféré pourtant la forme coopérative, dont la souplesse est plus grande et le nom plus sympathique aux masses.

M. l'Abbé Mellaerts, fondateur de la Ligue, est l'introducteur en Belgique de la *Caisse Raiffeisen*. Au 14 février 1901, ces associations existaient au nombre de 266 ; 173 d'entre elles étaient affiliées à la *Caisse Centrale du Boerenbond*, comptant plus de 7 800 membres.

Depuis la fondation jusqu'au 31 décembre 1900, la Caisse Centrale de Louvain a cautionné 58 ouvertures de crédit accordées par la Caisse générale d'Épargne à concurrence de 171 900 francs et consenti elle-même 84 ouvertures d'un import de 496 250 fr., soit au total 142 ouvertures pour 668 518 francs.

Le mouvement de valeur de la Caisse Centrale pour l'exercice 1900 a été de 990 317 francs à l'entrée et de 986 412 francs à la sortie, soit ensemble 1 976 729 francs ou près de deux millions.

Quant aux Caisses locales, la statistique dressée fin 1899 pour 154 d'entre elles, renseigne les chiffres suivants, dignes du plus vif intérêt.

	1899	1898	Augmentation
Dépôts d'épargne reçus depuis l'origine	4 471 684	2 725 901	1 745 783
Dépôts d'épargne non encore remboursés	2 900 272	1 899 821	1 000 450
Prêts consentis depuis la fondation	2 168 705	1 158 436	1 010 269
Prêts non encore remboursés	1 328 462	772 846	555 614

L'activité n'a pas été moindre dans la *Section des Assurances*.

Dans la branche *Incendie*, le *Boerenbond* a traité avec la Norwich Union, dont il a obtenu *à priori* une réduction de tarif de 30 p. c. Le bureau de Louvain encaisse de plus le tantième alloué aux agents dont, après déduction de ses frais, il fait la ristourne aux gildes locales. Celle-ci s'est élevée en 1899 à 5 p. c. et en 1900 à 7 p. c. du montant des primes payées.

La progression du nombre et de l'import des polices marque l'économie attachée à la combinaison.

	Nombre de polices	Valeur assurée
1893	153	726 562
1896	1308	7 390 922
1900 juin	5552	30 900 282
1901 février	6700	36 072 478

L'assurance *Accident*, d'organisation plus récente, prend déjà du développement. Au 15 février 1901, les polices s'élevaient à 195, portant sur 2 425 hectares et 56 520 francs de journées de travail.

Les résultats obtenus dans la branche *Mortalité du bétail*, par l'assurance mutuelle, ne sont pas moins significatifs que ceux

des branches *Incendie* et *Accident* réalisés par traités conclus avec des compagnies existantes.

Le *Boerenbond* possède sa *Caisse centrale de réassurance;* il résulte d'un tableau statistique dressé par le département compétent qu'il peut revendiquer la plus grande part du travail accompli.

MUTUALITÉS CONTRE LA MORTALITÉ DU BÉTAIL

Années	Nombre total d'assurances contre la mortalité du bétail en Belgique au 1er juillet 1899		Nombre total d'assurances contre la mortalite du bétail dépendant du Boerenbond au 1er juillet 1899	
	Reconnues :	Non reconnues :	Reconnues :	Non reconnues :
Fin 1890	3	0	3	0
„ 1891	4	1	4	1
„ 1892	13	3	8	4
„ 1893	30	8	17	5
„ 1894	47	19	25	9
„ 1895	93	22	46	15
„ 1896	183	37	88	23
„ 1897	283	49	135	30
„ 1898	413	69	208	39
„ 1899	**464**	**84**	**234**	**44**
	Nombre total : 548		Nombre total : 278	

C'est encore au sein des gildes affiliées au *Boerenbond* et parmi les plus progressives d'entre elles que se sont fondées la plupart des *Distilleries agricoles coopératives.*

Lucratives quelques mois, sous le bénéfice de la loi qui leur avait permis de naître, elles végètent aujourd'hui, travaillent même à perte. Si, malheureusement, elles venaient à disparaître, leur ruine aurait pour conséquence un recul violent dans le développement de toutes les œuvres agricoles : plusieurs Caisses Raiffeisen sont, en effet, liées à leur destinée, par suite des appoints de capitaux qu'elles leur ont fournis.

L'extension incessante du champ d'opération a provoqué une certaine division du travail. Sans briser le lien d'attache avec le *Boerenbond, les œuvres constituées dans le Limbourg* forment un groupement distinct.

Le Limbourg marche en tête de toutes les provinces du pays. Il possède le plus fort contingent proportionnel ; une série de cartes annexées au *Bulletin de l'Agriculture,* numéro de janvier 1901, renseignant l'une les laiteries coopératives, l'autre les caisses de crédit, une troisième les assurances mutuelles, etc.,

fournit la preuve objective de cette appréciation. Nous sommes donc tenus à l'éloge des coopérateurs de cette région, à quelques renseignements.

Les gildes sont au nombre de 111, dépassant 7 000 membres. Leurs achats en commun se sont élevés à plus de 300 000 francs. Toutes possèdent à l'heure actuelle une caisse de pension de retraite.

L'assurance et la réassurance du bétail fonctionnent dans les meilleures conditions.

Au cours de l'exercice 1900, la Société de Réassurance a réassuré 82 sociétés libres, assurant elles-mêmes 20 404 bêtes pour une valeur de 5 389 424 francs. Le nombre de sinistres s'est élevé à 491, portant sur une valeur assurée de 134 254 francs et entraînant une perte réelle de 63 471 francs sur laquelle la société a remboursé 30 p. c. ou 19 041 francs.

L'exercice 1901 s'ouvre avec des chiffres plus importants : 87 sociétés assurant plus de 6 000 000 de francs.

L'association la plus typique de la région, un des chefs-d'œuvre de l'organisation syndicale catholique, est le *Limburgsche Zuivelbond* ou Fédération laitière du Limbourg.

L'exploitation étant morcelée, le sol maigre et peu fertile, surtout avant la généralisation de l'emploi des engrais chimiques, le bétail laitier riche en matière grasse, la vente du beurre constitue pour le cultivateur sa principale ressource : les coopératives laitières se développèrent donc rapidement, éclosion presque spontanée comme dans le Luxembourg. Elles s'organisèrent sous la forme de laiteries centrales à bras.

Bientôt l'écoulement régulier de la fabrication devint extrêmement difficile. Mal renseignées, les associations, tantôt vendaient à bénéfice trop réduit, tantôt surélevaient le prix et se surchargeaient de stock, bref se faisaient entre elles une concurrence ruineuse.

Quelques hommes d'initiative dénouèrent la crise en créant la fédération, dont le premier soin fut d'ouvrir à Hasselt une minque au beurre pour les associations affiliées.

La monographie de ce syndicat a été minutieusement dressée par un des membres les plus actifs du Cercle d'Études sociales de Binche, M. l'abbé Malherbe. Nous renvoyons à cet ouvrage.

La base du fonctionnement est l'obligation, prise par chaque société, d'une fourniture hebdomadaire minima sous peine de l'amende stipulée.

D'avril 1897 à février 1898, ce minimum fut de 25 kilogr.

par semaine ; pour l'exercice suivant, il fut fixé à 80 kilogr. et est porté actuellement à 150 kilogr.

La taxe sur le beurre vendu, primitivement de 2 p. c., calculée sur le produit vendu, a été abaissée dans la suite.

Les marchés de la minque ont lieu 2 fois par semaine, le lundi et le jeudi à 9 heures du matin.

Le personnel se compose d'un directeur, d'un agent commercial, d'un crieur et de quelques hommes de peine, qui n'ont qu'une occupation intermittente.

Les frais généraux sont ramenés de la sorte à une quotité des plus réduites du chiffre d'affaires.

Il est superflu de signaler que l'institution, qui a sauvé la coopération laitière en Limbourg, fonctionne à la satisfaction générale des adhérents et leur assure des rentrées d'argent non seulement rémunératrices, mais payées comptant, résultat qui n'est pas moins apprécié dans un district où le numéraire est rare.

Voici un tableau comparatif des opérations de la minque :

		EXERCICES		
		1897-1898	1898-1899	1899-1900
Nombre de laiteries		38	54	60
Beurre vendu, poids	kil.	109 819	219 962	381 874
— — valeur	fr.	269 963	552 062	960 861
Retenues opérées		5 194	7 965	10 760
Frais généraux et réserve		3 584	4 673	6 196
Excédents ristournés aux coopératives		1 640	3 194	4 532
Prix moyen du beurre		2,46	2,51	2,57
Retenue nette par kilogramme		0,033	0,021	0,016

Le *Landbouwersbond van Oost-Vlaanderen* (Fédération agricole de la Flandre Orientale), déploie sur son territoire une activité digne des meilleurs hommages.

Les œuvres, qu'il promeut ou patronne, sont la plupart similaires à celles du *Boerenbond ;* ce sont : une *Section d'achat en commun de semences et engrais,* qui a pris l'initiative d'organiser au printemps et à l'automne un marché de semences, visité par un grand concours d'acheteurs ; une *Section des assurances incendie, accidents du travail, grêle et mortalité des chevaux,* qui a obtenu pour ses participants de sérieuses réductions de tarifs ; des *laiteries* outillées presque toutes à la vapeur, mais dont l'expansion sous la forme coopérative est contrecarrée par

une société anonyme de fondation récente, le Comptoir Central des grandes laiteries belges. Nous ne nous arrêtons pas davantage à ces œuvres pour signaler de préférence les traits les plus saillants de la Fédération.

Le *Landbouwersbond* est d'abord une fédération mixte, c'est-à-dire ouverte à tous les habitants des campagnes : paysans et ouvriers industriels : elle s'adapte ainsi au milieu : la population étant très dense, bien des membres de la famille, souvent même les chefs de famille, travaillant jadis, aux époques prospères, à la culture du lin, du colza, de la chicorée, sont contraints aujourd'hui d'émigrer dans les usines des villes, dans la région charbonnière, ou dans d'autres districts agricoles du pays ou de l'étranger. Ils rentrent au village par les trains ouvriers chaque jour, à la fin de la semaine ou d'une campagne.

Ils sont reçus néanmoins comme membres des gildes et s'inscrivent dans la société de secours mutuels, à laquelle participent également ceux qu'on pourrait appeler les paysans proprement dits.

Il existe, de plus, pour la protection et la défense des ouvriers allant travailler en France une *ligue* spéciale dite *des Français*.

Une seconde caractéristique du *Landbouwersbond* est l'intensité de sa propagande. Menacé par le *Vooruit*, qui ne fait trêve ni un jour ni une heure, il s'efforce de lui barrer les campagnes. A cette fin, il possède un journal grand format. *De Landbouw*, au prix de 2 francs l'an, édite des brochures spéciales et un almanach annuel, intéressant et instructif, dont le tirage va toujours croissant. Il s'appuie surtout sur un cercle de conférenciers agricoles qui, en tout temps, se consacrent à la diffusion des idées de coopération et de mutualité et apportent, en période électorale, un appoint des plus appréciés. Au centre de la ville de Gand, quai au Blé, 18, la Fédération occupe un vaste immeuble, le *Landbouwershuis* (Maison des Cultivateurs). C'est le local central, qui tous les vendredis est le rendez-vous des électeurs et des députés et sénateurs, spécialement attitrés pour la défense des intérêts agricoles.

Enfin, la Fédération se signale particulièrement par l'organisation des associations relatives au bétail.

Toutes les communes de la province possèdent une *assurance mutuelle contre la mortalité des bêtes bovines*, et si, malheureusement l'une ou l'autre n'en est pas encore dotée, d'autres en possèdent plusieurs, voire même cinq et sept, dont la cir-

conscription s'étend à un hameau. La sauvegarde de l'assurance mutuelle est, en effet, le contrôle réciproque des membres, de là les associations à territoire réduit.

Le contrepoids, indispensable en matière d'assurance, surtout quand elle est pratiquée de la sorte, se trouve dans la *Caisse provinciale de Réassurances.*

La fondation de cette Caisse a été entourée d'études et d'enquêtes minutieuses, auxquelles le Conseil provincial lui-même a pris part par quelques-uns de ses membres. Elle forme un groupement des plus importants et l'examen de son organisation est indispensable pour ceux qu'intéresse la question.

Concurremment avec l'organisation de l'assurance mutuelle se sont fondés partout des *Syndicats d'élevage ou herdbook.* Dans nulle autre région le développement n'a été aussi rapide. La décentralisation des primes allouées non plus seulement aux bêtes primées dans les concours régionaux et appartenant aux éleveurs et fermiers les plus opulents, mais également aux syndicats locaux eux-mêmes pour tous les animaux atteignant le nombre de points réglementaire, a contribué largement à ce bel épanouissement.

Les *Œuvres agricoles de la Flandre Occidentale* se différencient de celles créées dans les autres provinces par une marque particulière : dans leur ensemble, elles ne présentent aucun aspect synthétique.

La vie coopérative et syndicale a pour foyer l'association locale, qui se développe par elle-même, dans sa sphère propre, sans se lier à une puissance extérieure. Quelques associations se rattachent, il est vrai, soit au *Boerenbond* de Louvain, soit au *Vrije eigenaars en Landbouwersbond van Brugge*, mais la tutelle n'est qu'officielle et le lien fédéral est fort lâche.

Cet état tient à deux causes : au caractère plus indépendant du paysan de la région et surtout à la situation économique. La Flandre Occidentale ayant conservé de plus nombreux débris des anciennes cultures industrielles et pratiquant depuis plus longtemps l'élevage, a moins souffert de la crise agricole. Le mouvement corporatif y est donc né sous l'effet d'une évolution naturelle, tandis que presque partout ailleurs il a été provoqué par la nécessité urgente de sauver une population en détresse et par l'effort de la propagande d'un homme d'œuvre, soucieux, pour conserver la vie aux associations qu'il fondait, de les rattacher à un organisme central.

La ligue agricole locale groupe les cultivateurs du village, du hameau, parfois de plusieurs communes limitrophes. Elle compte généralement plusieurs sections.

Presque toutes possèdent, à l'exemple de la Flandre Orientale, une *société de secours mutuels* qui, depuis ces derniers mois, se préoccupe également de la mutualité de retraite.

Les achats en commun sont faits au nom et sous la responsabilité des membres du comité, par l'intermédiaire du Bond de Bruges ou de Louvain, et même souvent des commerçants de gros de la localité ou de la région.

Les sociétés de production ou de vente, sous forme anonyme ou coopérative, dues pour la plupart à l'initiative de M. le baron L. Peers, méritent l'attention de tous les hommes d'œuvres.

Les *laiteries* sont peu nombreuses, mais les plus importantes du pays au point de vue du travail ; entre toutes, celle d'Oostcamp, dont le rayon dépasse cinq lieues et qui s'est annexée une mennerie. Elles se distinguent par leur habile direction commerciale, elles exportent le plus possible sur les marchés du Nord de la France : Roubaix, Tourcoing, Lille.

Les *distilleries agricoles* sont au nombre de six.

La *Société Mercurius*, fondée en 1898, au capital de 1 000 000 de francs, a pour objet l'exportation vers l'Angleterre de jeunes porcs et de lapins. Son rôle économique et social est le plus bienfaisant. Elle a réussi à supprimer le double parasitisme intermédiaire, qui sévissait à la fois en Belgique et à Londres, et à assurer au producteur le paiement de ses livraisons. Beaucoup de revendeurs anglais spéculaient, en effet, toujours avec succès, sur la difficulté de les poursuivre en justice.

L'élevage du lapin est pratiqué en Flandre par tous les ouvriers agricoles et les menus cultivateurs. Les animaux abattus sont expédiés à Ostende par caisse de 100 kilos et le prix en est payé le samedi suivant l'expédition. L'exportation porte annuellement sur 22 000 à 25 000 caisses.

La direction de la société s'emploie le plus activement à faire abandonner la race dite " Géant des Flandres ", merveille d'exposition, mais dont le produit commercial est nul, et elle souhaite vivement que toutes les petites gens des campagnes, à l'exemple du paysan flamand, se livrent à cette industrie accessoire, qui, à frais minimes, assure à certaines époques de sérieuses rentrées d'argent.

L'exportation des jeunes porcs doit être pratiquée, par contre,

par les cultivateurs grands et moyens, ou par les petits, s'associant pour l'expédition en commun.

La société possède à Bruges-bassins un abattoir où les porcs sont abattus, préparés et refroidis et des installations frigorifiques, qui permettent l'expédition l'année entière, même pendant les chaleurs de l'été.

1000 têtes sont abattues chaque semaine et la direction attend l'achèvement des nouvelles installations maritimes pour agrandir ses locaux.

Le marché de Londres offre un débouché illimité pour l'écoulement des deux produits.

Au point de vue du crédit, 25 *Caisses Raiffeisen* ont été constituées, les unes sous l'égide de la *Caisse centrale de Bruges* les autres de la Caisse centrale du *Boerenbond*, mais, indice d'une aisance plus générale, elles sont appréciées comme caisses d'épargne et n'ont qu'une activité fort restreinte comme caisses de prêts. Le montant global de ceux-ci est plus de dix fois inférieur à celui des dépôts.

Les assurances agricoles existent sous des formes diverses. La Flandre Occidentale a conservé, pour l'assurance du bétail, le vieux fonds d'assurance obligatoire et générale. Pour suppléer à l'insuffisance de ce service, se sont fondées des sociétés mutualistes reconnues et non reconnues, dont le nombre augmente chaque jour, principalement dans le Courtraisis et le pays d'Ypres.

Trois sociétés assurent contre la grêle, l'une à Roulers, qui accepte des traités dans toute la province, l'autre au sein des comices de Thielt, Roulers, Ingelmunster, la troisième pour la commune de Swevezeele.

Enfin initiative progressive, téméraire et dangereuse, si, *pro subjecta materia*, elle n'avait pour contrepoids la parfaite connaissance réciproque et l'honnêteté scrupuleuse des assurés, les cultivateurs de plusieurs communes, notamment de Lichtervelde, Iseghem, Hooghlede, Clercken, Vladsloo, Couckelaere et Rumbeke, ont formé entre eux, dans leur agglomération, une *Société mutuelle contre les risques d'incendie*. Le succès est certain si, pendant les premières années, l'association ne doit couvrir aucun risque important. Si cette succession heureuse se réalise, chaque association possèdera, à bref délai, par l'accumulation des primes, le capital fondamental de garantie. Celui-ci acquis, les primes pourront être réduites, peut-être même supprimées, comme dans certains cantons suisses, où les cultivateurs

se sont libérés des sociétés financières pour l'assurance du bétail par semblable confiance dans leur bonne foi et la protection de la bonne fortune, toujours favorable aux généreuses audaces.

L'action catholique s'est révélée dans les provinces wallonnes par un aussi large essor ; les résultats globaux sont moins élevés, mais non moins méritoires ; la tâche était plus ardue.

A ce satisfecit ne participe point pourtant la province de Namur. *Lata culpa* pour les catholiques de cette région comme pour ceux de l'arrondissement de Bruxelles. Puissent-ils bientôt secouer leur torpeur, car ils courent les périls extrêmes. L'arrondissement de Bruxelles est la proie électorale la plus convoitée, et la province de Namur a le mauvais lot d'abriter la première coopérative agricole socialiste de vente. En novembre dernier, ce parti fondait à Grand-Leez, canton de Gembloux, la Société coopérative : *Les Campagnards socialistes belges*, sous la direction d'Émile Vandervelde, Debarsy et Hambursin. Elle fait la vente des engrais chimiques, denrées alimentaires du bétail, machines agricoles et, en outre, des épiceries et des annages.

L'activité économique des hommes d'œuvres de la wallonnie se distingue de celle de leurs émules du pays flamand, des membres du *Boerenbond* notamment — il convient de les en louer — par leur souci plus grand de constituer leurs associations centrales ou locales sous une des formes légales connues et de les doter ainsi de la personnification civile.

La section chargée de la défense des intérêts de la corporation et de la propagande est créée sous la forme d'union professionnelle, ou est ainsi transformée si elle existait antérieurement à la loi du 31 mars 1898. La section d'achat et de vente adopte la forme de société coopérative, régie par la loi du 18 mai 1873.

Un second trait caractéristique, exception faite de la situation connue de la Flandre Occidentale, est l'autonomie plus large laissée par la Fédération aux associations locales. La dépendance est moins accentuée et a son contre-coup dans les opérations commerciales de vente, achat, crédit.

Enfin au point de vue religieux, les circonstances du milieu moins favorables ont réclamé certaines atténuations. La Fédération agricole du Hainaut notamment est, de façon avérée, ralliée au *possibilisme* ; elle use de la plus grande tolérance, s'attache *d'abord à prendre la place pour ne pas la laisser au socialisme et à attirer ensuite la sympathie sur les hommes religieux pour la reporter sur la religion.*

A l'opposé de l'inorganisation fédérale de la Flandre Occidentale, le Hainaut est soumis au plan le plus symétrique.

La *Fédération agricole du Hainaut*, érigée en union professionnelle depuis le 26 février de cette année, est l'organe supérieur des intérêts professionnels de la province. Elle fonde, maintient et dirige les associations locales, dont 24 ont déjà revêtu la même forme juridique.

Le siège de la fédération est à Enghien, où sont organisés un bureau de renseignements, un service de conférences et un service de librairie et bibliothèque. Les publications sont *la Croix des Syndicats*, journal hebdomadaire servi à tous les membres des associations fédérées et le *Bulletin des Œuvres sociales*, spécialement destiné aux hommes d'œuvres.

Les *Cultivateurs du Hainaut*, société coopérative, fait le service des achats en commun ; elle traite avec les associés et avec les tiers. Les petites coopératives locales forment sa clientèle de prédilection. La comparaison de quelques chiffres témoigne du développement.

		Exercice clos le 30 avril 1899	Exercice clos le 30 avril 1900
Chiffre d'affaires	fr.	2 000 000	2 350 000
Factures des fournisseurs, nombre		1 609	945
Factures aux clients		2 070	2 367

La direction s'est assigné pour but de réaliser le plan-type d'une société coopérative, c'est-à-dire de travailler dans l'intérêt commun des participants sans cesser d'être une société commerciale, et elle donne l'encourageant exemple d'un plein succès.

La société vit de ses propres affaires, remplit toutes ses obligations, constitue ses réserves et rémunère son capital sans le concours insolite d'une bienfaisance secrète ; aussi son bilan et sa comptabilité sont-ils explicites comme les pièces comptables de l'expert le plus minutieux.

Elle obtient ce résultat par la compétence commerciale de son personnel. C'est un exemple qu'on ne saurait trop proposer.

Le manque de bras s'aggravant de jour en jour, la société s'est livrée à une étude suivie des meilleurs types de machines agricoles. Elle s'est, à la suite d'essais, assuré la représentation des marques les plus appréciées et s'est créé un commerce spécial et important dans ce genre d'articles.

Enfin, pour acheter à meilleur prix que jadis, elle a formé avec la plupart des autres coopératives de la région wallonne et notamment le Syndicat agricole liégeois : l'*Union des Syndicats*

agricoles belges, société coopérative, dont le siège est à Anvers. Cette société nouvelle opèrera sur le marché même de l'importation au profit commun des fondateurs.

La *Caisse centrale de Crédit agricole du Hainaut* inspecte les caisses de son ressort et cautionne les ouvertures de crédit qui leur sont accordées par la Caisse Générale d'Épargne et de Retraite. Jusqu'à l'heure actuelle, la Caisse Centrale n'a pas encore consenti d'ouverture en son nom et avec ses ressources propres.

Les caisses locales sont au nombre de 33. L'une ou l'autre exceptée, dont le chiffre élevé des dépôts vient fausser les moyennes, presque toutes remplissent leur but spécial : la distribution du petit crédit rural. Le chiffre des emprunts est presque partout supérieur à celui des dépôts et les caisses utilisent le crédit qui leur est accordé par la Caisse Générale d'Épargne. Malgré l'abondance relative du numéraire dans la contrée, le nombre des prêts minimes de 50 ou 25 francs augmente d'une façon constante, et l'effet social de l'œuvre — la plus éminente peut-être — se traduit en même temps.

L'*assurance contre la mortalité du bétail* en est encore à ses débuts, il n'existe à l'heure actuelle que 16 mutualités, mais le cadre est prêt ; la réassurance est fondée et participe déjà aux subsides de la province. Pour la diffusion, le comité compte faire appel aux conférenciers, que met obligeamment à sa disposition le Ministère de l'Agriculture.

Le *Syndicat betteravier* établi à Soignies a fait au cours de la campagne dernière, l'essai avantageux de l'association sur ce terrain.

Le meilleur attribut d'une œuvre est la vie effective. La Fédération agricole du Hainaut le possède, c'est le plus bel éloge qu'on puisse en faire. Si la liste de ses filiales n'est pas bien longue, elle contient sans contredit le plus faible quotient de non-valeurs. Elle s'ancre sur le terrain qu'elle conquiert.

Elle doit ce résultat à l'inspection à laquelle elle se livre d'une façon incessante, non pas seulement à l'égard des caisses Raiffeisen, mais de toutes les associations agricoles en général, quel que soit leur objet propre. Personne ne s'en étonnera : l'inspection suivie et rationnelle est l'importation du système, qui a assuré la prospérité sans égale des associations allemandes, de l'Union de Neuwied, des Landwirthschaftlichen Genossenschaften d'Offenbach et de tant d'autres, principe auquel le législateur du même pays a rendu hommage en en prescrivant l'obligation.

Nous n'avons rien dit encore des *laiteries coopératives* installées dans cette province, parce que la Fédération du Hainaut mérite à ce sujet une mention plus large. Son action s'étend au pays entier.

L'un des premiers, son dévoué secrétaire M. l'abbé Berger, a compris l'évolution qui se préparait. Pénétré de l'importance de la question, il s'est consacré à l'étude technique et pratique, s'est initié aux méthodes adoptées en Danemark et en Allemagne et suit avec l'attention la plus minutieuse tous les progrès de cette industrie nouvelle en pleine évolution scientifique.

A son initiative, s'est constituée en juillet 1899 la *Laiterie Belge*, Union professionnelle des Directeurs de Laiterie, filiale de la Fédération du Hainaut.

Grâce à elle, les laiteries coopératives, minuscules industries essaimées et perdues dans les campagnes, resteront initiées aux perfectionnements nécessaires et y participeront par les résultats de leur expérience propre; par le fait elles auront la certitude de vivre et de se développer, car c'est une erreur de croire que pour conserver aux paysans le bénéfice de la fabrication du beurre, il suffit de monter une laiterie coopérative. Au point de vue industriel, la forme coopérative n'assure aucun privilège spécial; sous peine de péricliter et de disparaître, la société de ce type doit réunir toutes les qualités de l'exploitation anonyme ou en nom personnel.

L'Union a son siège à Enghien, elle y a installé un laboratoire de chimie laitière, où les membres peuvent demander ou faire eux-mêmes expériences et analyses. Son organe mensuel, la *Laiterie Belge*, publie des articles originaux et une chronique laitière.

Elle compte actuellement 122 membres, chefs de laiterie, 65 dépendant de la Section générale, 24 de la Section Luxembourgeoise et 34 de la Section des Flandres.

Au point de vue exclusivement commercial, les directeurs se communiquent les renseignements sur la solvabilité des clients et se sont épargné déjà de nombreux mécomptes.

La manifestation d'activité la plus intéressante de la jeune association a été l'organisation à Liége, en octobre dernier, en participation avec l'Union beurrière, d'un concours de beurres.

Ce concours a été organisé d'une façon très spéciale, à peu près, dirions-nous volontiers, sous forme de " Retraite spirituelle „, c'est-à-dire pour servir au perfectionnement individuel

des concurrents et non pas à une vaine ostentation de gloriole extérieure.

Les échantillons — chacun des concurrents pouvait en adresser plusieurs, s'ils étaient de fabrication différente — recevaient à leur arrivée un numéro d'ordre. Ils furent tous appréciés, jugés et classés sous ce numéro. Seuls l'exposant et les membres du jury connaissaient la provenance que couvrait l'étiquette. Chacun put ainsi, sans humiliation d'amour-propre, accepter les critiques et recommandations du jury et prendre le ferme propos de mieux faire pour l'avenir.

Le classement final, donné pour les quatre régions du pays, est des plus instructifs. Il renseigne notamment que des régions mieux constituées géologiquement sont dépassées par d'autres, grâce à la supériorité de fabrication de celles-ci.

	Région limoneuse	Région ardennaise	Région sablonneuse	Région calcareuse
Nombre d'échantillons	27	12	7	14
Moyenne de points obtenus sur 100	68,34	62,81	60	58,67
Beurres très fins	0	0	0	0
— fins	3,7	0	0	0
— bons 1er choix	29,7	8,33	14,3	7,15
— bons 2d choix	59,2	91,67	57,2	71,43
— mauvais	7,4	0	28,5	21,42

La *Corporation agricole de Notre-Dame-des-Champs* est la fédération des œuvres existantes dans la province de Liége. La dernière assemblée générale tenue sous la présidence de Mgr Doutreloux a fait connaître les progrès accomplis.

La province compte 71 sections d'achat, quelques-unes s'étendent à plusieurs communes. Les plus importantes se sont constituées sous la forme coopérative à capital restreint. Les sections sont en rapport d'affaires avec le *Syndicat Agricole Liégeois*, société coopérative centrale, dont le chiffre d'affaires suit une progression ininterrompue. Pour ne citer que deux postes, la vente du phosphate a passé de 637 545 kilog. en 1892 à 3 243 540 en 1899 et celle du superphosphate de 956 623 à 2 689 900 kilog.

Vingt Caisses Raiffeisen distribuent le crédit agricole; huit sont affiliées à la *Caisse centrale de Liége;* parmi les autres, la plupart sont affiliées à la Caisse centrale du *Boerenbond*, quelques-unes demeurent indépendantes.

En général les dépôts d'épargne, qui leur sont faits, sont supérieurs aux prêts qu'elles consentent. Elles sont utilisées égale-

ment par quelques petits négociants et les sociétés coopératives d'achat et de laiterie.

L'*Assurance du bétail*, malgré l'échec encore récent de l'assurance obligatoire organisée par la province, fait de sérieux progrès sous la forme de mutualités libres. Ces sociétés mutuelles existent au nombre de 30, réassurées la plupart par une mutuelle centrale : la *Réassurance du bétail de la province de Liége.*

Dans 24 communes, le syndicat paroissial a acquis des machines (41) qui sont mises à la disposition des membres.

La *laiterie*, à raison de la proximité d'un centre industriel, n'atteindra jamais le développement réalisé dans le Limbourg et le Luxembourg ; il existe pourtant déjà 16 laiteries à bras ou à vapeur comptant ensemble plus de 1000 membres. La plus importante est celle d'Hannesche qui, à elle seule, en compte plus de cinq cents et travaille plus de 2 000 000 kilogr. de lait. Cette paroisse est d'ailleurs un centre merveilleux d'efflorescence.

Des moulins à vapeur coopératifs sont exploités à Herve, à Sterfrancorchamps et à Hannesche. Des boulangeries et des sociétés de consommation existent dans certaines communes, ainsi que des sections de vente de fruits à Fleron et à Blegny-Trembleur, et d'œufs à Hannesche.

Parmi les œuvres spéciales à la province, il faut noter *l'assurance pour les animaux de race porcine* qui est organisée à Bierset, Aineffe et Cahottes ; le *Syndicat des bûcherons du Condroz*, comprenant 320 membres, six *syndicats betteraviers* pour le pesage, le tarage et l'analyse des betteraves livrées aux raperies et sucreries. Ils sont installés à Stokay-Warfusée, Chapon-Seraing, Lens-St-Remy, Héron-Lavoir, Wihogne et Antheit, et ont opéré leur contrôle à la satisfaction commune des fabricants et des cultivateurs.

Enfin, nous rapporterons encore l'organisation de l'*Assurance contre les accidents du travail agricole.* Le syndicat formé entre les assurés a traité avec une société anonyme, la *Belgique industrielle*, de laquelle il a obtenu des réductions de tarif considérables. L'assurance peut être contractée suivant deux tarifs différents dont la contre-prestation est différente : l'un à fr. 0,90 par hectare et l'autre à fr. 0,65. Les polices portent actuellement sur 400 assurés et 18 000 hectares dont 8300 assurés au premier tarif et 9700 au second.

Le Luxembourg a été régénéré par la création des œuvres rurales.

Les laiteries, notamment, ont acquis une grande notoriété, grâce à la combinaison des crémeries régionales.

A l'heure actuelle, le plus petit hameau a sa turbine et est relié à une usine centrale. Les coopérateurs laitiers sont plus de 8000, possédant ensemble 23 000 vaches. Les grandes laiteries comptent en moyenne 40 sections, quelques-unes même davantage : Virton, Marloie, Libramont, Bastogne (65 sections), Carlsbourg (51 sections), d'autres ont un rayon moins étendu : Rosière (10 sections), Ortho (11), Florenville, Hotton (16), Soy (23) etc., mais leur action économique n'est pas moindre.

Le chiffre d'affaires pour l'année 1899 a atteint à peu près 5 000 000 de francs, dépassant le quart du chiffre du commerce général du beurre en Belgique. Le bénéfice réalisé peut être évalué à 60 francs par vache et par an.

Certaines coopératives étudient et commencent la fabrication des fromages dont le rendement est supérieur à celui du beurre; celle de Carlsbourg, établie sous le patronage des Frères des Écoles chrétiennes, s'est annexé suivant l'expression humoristique de l'un des religieux, " une philosophie „ : une porcherie modèle. Les élèves sont engraissés suivant le système d'alimentation rationnelle dont la base est le petit lait de la crèmerie amené directement de l'usine par *pipe line* jusqu'aux auges des étables.

Malgré les résultats presque surprenants réalisés dans ce domaine, le Luxembourg n'est pas en retard dans les autres branches de la coopération agricole.

La *Ligue Luxembourgeoise*, union professionnelle reconnue, fédère les œuvres sociales ; au 1er janvier 1901 existaient 109 ligues locales avec 10 102 membres, 28 syndicats d'élevage avec 2250 bêtes inscrites.

Ces ligues, suivant le vœu et la propagande des hommes d'œuvres de la région, adoptent successivement la forme d'union professionnelle. Elles achètent pour leurs membres des semences, des engrais, des machines agricoles à l'usage commun. Quelques-unes de date plus ancienne ou plus commerçantes se sont constituées sous la forme de sociétés coopératives.

Elles traitent pour leurs acquisitions avec l'*Économie*, société coopérative d'achat et de vente, dont le siège est à Arlon, ou avec le *Syndicat de Marche*.

Au chef-lieu existent encore la *Caisse centrale de Crédit agricole*, qui fait la revision des vingt-cinq caisses Raiffeisen

établies dans la province, et la *Caisse provinciale de réassurance.*

Jusqu'en ces derniers temps, malgré l'urgente opportunité, le Luxembourg ne comptait qu'une assurance mutuelle du bétail, aujourd'hui leur nombre est de 17, et, grâce aux coopératives laitières, il sera porté à bref délai à un chiffre fort élevé.

Les *groupes apicoles* qui existent, il est vrai, dans d'autres régions du pays, s'y constituent sur leur sol classique : les plantes aromatiques des collines ardennaises produisent un miel justement apprécié. Ces sociétés sont au nombre de 38, comptant 1300 membres. Dix groupes sont affiliés à la *Fédération apicole* qui publie un journal hebdomadaire *L'Abeille Luxembourgeoise.* Chaque groupe a droit encore à quatre conférences pratiques et théoriques chaque année, et, grâce à la fédération, touche un subside annuel du gouvernement provincial.

Les *syndicats avicoles* commencent également à se répandre en maintes régions. Ils s'occupent de l'amélioration des races et surtout de la vente des œufs. Ils utilisent à cet effet le camionnage et le personnel des laiteries. 30 communes rattachées à 7 syndicats vendent leur production de la sorte ; les nids sont vidés deux fois par semaine et les œufs marqués au timbre à date avec une scrupuleuse sincérité.

La ligue fédérale s'est entremise également pour le service des assurances incendie, grêle et accident. Dans la première branche, elle a obtenu de la compagnie la *Patriotic* une réduction de 30 p. c. sur le tarif du syndicat des principales compagnies belges.

Au point de vue de la propagande, elle possède un organe hebdomadaire *L'Union*, de portée générale, et *L'Abeille*, dont il vient d'être fait mention. Elle organise également un grand nombre de conférences pour la propagation et le développement de ses œuvres.

L'activité de ses propagandistes, dont le dévouement est digne des meilleurs éloges, ne se limite pas en effet à élargir le terrain de lutte, elle s'attache à conserver une vie intense et continue aux associations déjà fondées.

Tel est, arrêté à la date de ce jour, le bilan de l'action catholique dans les différentes provinces du pays.

Malgré l'obligation de la concision et de certains raccourcissements, il témoigne de fécondes initiatives et permet d'espérer d'amples moissons dans l'avenir.

Cette conclusion rassurante n'est pas malheureusement la seule qu'il faille en déduire ; par voie implicite ou négative s'en dégage une seconde, douloureuse celle-ci : l'inorganisation économique et sociale des campagnes de l'arrondissement de Bruxelles.

Dans ce champ étendu, qui mesure en superficie 93 996 hectares et compte une population agricole adulte de près de 100 000 habitants, le bilan des œuvres est tôt dressé.

Trois cellules modèles : Stroombeek-Bever, Nieuwenrode et Vlesenbeke-Gaesbeek ; quelques centres secondaires : Ophem-Linth, Brusseghem, Steenhuffel ; dans quelques communes du Nord et du Centre, des syndicats d'achat et une vingtaine d'assurances mutuelles contre la mortalité du bétail ; dans le Sud, quelques laiteries, dont l'une ou l'autre créée à l'initiative de la Fédération agricole du Hainaut. Dans l'ensemble, aucune action suivie, constante, rationnelle ; ni organisme central, ni fédération ; seuls quelques échantillons épars et d'aspects divers ; aucun appoint acquis et peu de perspective d'avenir.

Passivité sans exemple ! Inadvertance sans égale !

Si, sous l'initiative directrice des hommes d'œuvres du pays flamand et de la wallonnie, les énergies se relèvent, bien des retards pourront être compensés, comme pour ces lointains coloniaux que la civilisation européenne transforme en quelques lustres malgré leurs arriérés séculaires.

Mais si, sous le coup d'une fatalité inexorable, la vieille insouciance demeure et la léthargie persiste, le cataclysme est certain.

Être ou ne pas être !

Il importe en effet, c'est notre observation finale, de ne pas perdre de vue que l'expansion socialiste dans les campagnes doit se réaliser en deux stades successifs : le socialisme à la campagne et le socialisme agraire.

Or, le premier de ces stades est déjà ouvert : les agents en sont les ouvriers que les campagnes envoient chaque jour travailler dans l'agglomération. Ils deviennent socialistes par la contagion du milieu, achètent et colportent la presse du parti, la lisent et la commentent pendant le trajet d'aller et celui de retour, pendant le repos de midi, le soir en famille et dans les réunions au village. Ils pénètrent petit à petit leur entourage de cette influence et aux jours de propagande forment le premier noyau des auditeurs du meeting local.

Terminus des principales voies ferrées, la capitale est ainsi

pour sa banlieue un péril constant, qu'a démesurément accru la création du réseau tentaculaire des chemins de fer vicinaux.

La ligne de Grimberghen avec ses deux embranchements vers Humbeek et Londerzeel ouvre le canton de Wolverthem ; celle de Schepdael-Ninove la partie rurale du canton d'Anderlecht et le nord du canton de Lennick, que livre au centre et à l'est, sur les confins du canton de Hal, la ligne de Lennick-Enghien. La partie rurale du canton de Schaerbeek et le canton de Vilvorde sont coupés par la ligne de Berg-Haecht ; enfin la partie suburbaine du canton de Saint-Josse-ten-Noode est reliée au chef-lieu par la ligne de Sterrebeek-Vossem.

Pour envahir les campagnes, le socialisme suivra ces voies de pénétration et de moindre résistance.

Et quand le premier stade sera révolu, du sol miné surgira comme une éclosion spontanée le socialisme agraire. Il entamera la conquête définitive des *terrae incognitae* et la situation économique servira ses projets : le dernier recensement constate que le salaire de l'ouvrier agricole est au taux le plus réduit et que l'exploitation de la terre *en faire valoir direct* est ramenée à une des quotités les plus faibles du pays. Sur ces populations, l'appât du partage de la propriété ou de la jouissance du sol exercera l'attraction d'une convoitise séculaire.

VICTOR WAUCQUEZ.

BIBLIOGRAPHIE

I

Leçons sur les séries divergentes, par Émile Borel, Maître de conférences à l'École Normale Supérieure. Un vol. in-8° de 182 pages. — Paris, Gauthier-Villars, 1901.

Ce nouvel ouvrage continue la série des opuscules dans lesquels M. Borel traite séparément de divers points importants de la théorie des fonctions (1). Consacré à un sujet de la dernière actualité, il emprunte un intérêt tout spécial à cette circonstance que c'est à l'auteur même que ce sujet doit ses plus récents progrès, et qu'il lui fournit l'occasion de développer et de préciser sa pensée.

Son seul titre, il y a un quart de siècle, eût fort étonné les mathématiciens. Les séries divergentes semblaient n'avoir reçu un nom que pour qu'il fût possible de signaler aux pionniers de la science l'écueil à éviter. Frappées d'ostracisme à la suite des admirables découvertes d'Abel et de Cauchy, de ce dernier surtout, par des continuateurs qui interprétaient leurs conclusions dans un sens trop absolu, elles n'ont reconquis droit de cité dans le domaine de l'Analyse qu'à la suite des travaux de Stieltjes et de M. Poincaré, et de ceux tout récents de plusieurs jeunes géomètres parmi lesquels M. Borel occupe le premier rang. C'est d'ailleurs lui qui a eu le très grand mérite de ramener à l'unité ces théories diverses et d'en composer le tout harmonieux qui a fourni la matière du présent livre.

Et tout d'abord, pour faire naître une première idée de l'intérêt que peuvent offrir les séries divergentes, il convient

(1) Voir dans la Revue (livraisons de janvier 1899 et d'avril 1900) les comptes rendus des premiers ouvrages de cette série.

d'indiquer les deux points de vue sous lesquels elles peuvent être utilisées :

1° A un point de vue pratique en quelque sorte, celui du calcul approximatif au moyen de fonctions rationnelles, qui a fait naître la première notion de séries, on conçoit qu'une série dont la somme n'a pas de limite lorsqu'on fait croître indéfiniment le nombre de ses termes, puisse, lorsqu'on se borne à en prendre un nombre déterminé, fournir le résultat qu'on se propose de calculer avec une approximation suffisante pour l'objet que l'on a en vue. La série de Stirling pour le calcul de la fonction $\Gamma(z)$ en est un exemple frappant. Et l'on sait aujourd'hui, grâce aux admirables travaux de M. Poincaré, que les séries employées jusqu'à ce jour par les astronomes pour le calcul de la position des corps du système solaire, sont dans le même cas.

2° A un point de vue purement théorique on peut, dans certains cas, faire correspondre à certaines fonctions des séries divergentes qui, au point de vue *formel*, peuvent leur être substituées dans les calculs, de telle sorte que les démonstrations fondées sur de tels calculs soient encore valables pour la fonction correspondante.

C'est cette seconde manière d'envisager les séries divergentes qui eût surtout choqué les idées des mathématiciens, il y a vingt-cinq ans, bien qu'elle ait été entrevue jadis et par Abel et par Cauchy, comme cela résulte de certains passages de leurs œuvres. C'est elle surtout que les importantes recherches de M. Borel ont contribué à fonder définitivement.

En raison de la nouveauté du sujet pour le grand public mathématique, l'auteur, par une heureuse inspiration, a cru devoir, dans une introduction de vingt pages, en fixer l'historique de façon à indiquer nettement la genèse des idées développées dans le corps de l'ouvrage. Cette introduction, qu'éclairent un assez grand nombre d'exemples frappants, ouvre pour le lecteur les horizons dont les chapitres subséquents permettent de faire une exploration de détail.

Les séries les plus générales qu'embrasse le premier point de vue signalé plus haut sont celles que M. Poincaré, à qui en est due la théorie, a appelées les *séries asymptotiques*. C'est à elles qu'est consacré le Chapitre I.

La première notion de ces séries est due, dans un cas particulier, à Cauchy qui les avait entrevues à l'occasion de la série de Stirling ; mais pour fort important que soit le cas particulier

envisagé par l'illustre géomètre, il n'eût pas suffi à l'édification d'une théorie générale sans les travaux, fondamentaux ici comme ailleurs, de M. Poincaré. Il est juste d'ajouter qu'en même temps que M. Poincaré, un autre géomètre de grand talent, trop tôt enlevé à la science, Stieltjes avait eu l'idée d'aborder la même théorie et qu'il y a apporté une contribution intéressante, mise tout d'abord en évidence par l'auteur. Mais c'est surtout à la théorie, d'une plus haute portée, de M. Poincaré que s'attache M. Borel, en insistant sur ses applications si fécondes aux équations différentielles, étudiées en ces derniers temps par M. Kneser et par M. Horn. Les développements fournis par l'auteur, à l'occasion d'une classe d'équations du second ordre dont les coefficients ne sont pas des polynomes, pourraient servir de guide à de jeunes géomètres tentés de diriger leurs efforts vers ce champ fécond de recherches, relativement encore peu exploré.

La correspondance entre certaines séries divergentes et fonctions analytiques bien déterminées se rencontre pour la première fois dans une Note de Laguerre, témoignant de l'ordinaire ingéniosité de cet éminent géomètre, où le développement divergent en série de certaine intégrale définie est transformé en un développement convergent en fraction continue. Ce résultat isolé de Laguerre rentre dans une théorie générale du plus haut intérêt due à Stieltjes, que M. Borel, en la limitant à l'objet qu'il a en vue dans son ouvrage, résume avec beaucoup d'habileté dans le Chapitre II, à la suite de quelques généralités sur les fractions continues algébriques empruntées à M. Padé.

M. Borel est d'ailleurs parvenu lui-même à une importante généralisation des résultats fondamentaux de Stieltjes qui rend notamment possible leur application à la théorie des équations différentielles.

Mais c'est surtout dans le Chapitre III qu'apparaissent les recherches personnelles, très originales et très profondes, de l'auteur. Il rattache leur point de départ à une ingénieuse remarque de M. Cesáro, relative à la multiplication des séries. Lorsque deux séries, dont on fait le produit suivant la règle de Cauchy, ne convergent *absolument* ni l'une ni l'autre, il se peut que la série obtenue soit divergente ; mais si, dans ce cas, la moyenne $\frac{s_1 + s_2 + \ldots + s_n}{n}$ (s_i représentant la somme des n premiers termes) tend vers une limite, cette limite est, ainsi que l'a démontré M. Cesáro, égale au produit des sommes des deux séries facteurs.

En affectant les sommes s_i de certains poids, dépendant de n et du nombre des sommes s_n entrant dans chaque moyenne partielle, M. Borel a construit sur cette notion généralisée une théorie du plus haut intérêt qui élargit dans de vastes proportions le cercle de nos connaissances relatives aux séries divergentes utilisables dans les investigations analytiques. Les séries qu'embrasse sa méthode sont appelées par lui les *séries sommables*. L'introduction, dans la définition des poids qui servent au calcul des moyennes, d'une fonction entière arbitraire, qui intervient par les coefficients de son développement taylorien, donne à la méthode une grande souplesse. Toutefois, le cas de beaucoup le plus important est celui où l'on prend pour cette fonction la fonction exponentielle. M. Borel donne les raisons très profondes de cette importance spéciale et se borne, sous le nom de *méthode de sommation exponentielle*, à développer sa théorie avec ce choix particulier de la fonction de définition. Cette théorie, très savante et très délicate, exige, pour être entendue, l'exposé détaillé de l'auteur. On ne saurait guère, sans faire appel au symbole mathématique, en donner une idée un peu nette. Qu'il nous suffise ici de dire que l'auteur établit pleinement la parfaite équivalence, au point de vue des transformations analytiques, de ses séries sommables et des fonctions que sa méthode de sommation leur fait correspondre. Cette équivalence rend légitime, sous le bénéfice des définitions posées, l'emploi de ces séries divergentes au même titre que des séries convergentes. Il est inutile d'insister sur la portée d'un tel progrès.

En particulier, si une série (divergente) absolument sommable vérifie *formellement* une équation différentielle algébrique par rapport à la fonction et à ses dérivées, analytique par rapport à la variable, la fonction analytique définie par cette série est une intégrale de cette équation. On conçoit *à priori* quelle peut être la fécondité d'une telle proposition dont l'auteur développe une curieuse application.

A la fin du chapitre M. Borel signale comme très probable l'identité des résultats fournis par sa méthode de sommation et par celle de Stieltjes dans le cas des séries divergentes offrant les caractères requis pour l'application de l'une et l'autre méthode ; la démonstration rigoureuse de cette identité serait un joli sujet de recherche.

Bien qu'ayant, pour en mieux faire saisir toute l'originalité, développé sa méthode sans y faire intervenir la notion de prolongement analytique, M. Borel n'a pas manqué de remarquer

les relations intéressantes qui lient cette notion à celle des séries sommables. Aussi a-t-il fait de l'étude de ces relations l'objet du chapitre IV.

La question qui se pose ici est celle qui consiste à étudier, au moyen d'une méthode de sommation applicable aux séries divergentes, un développement de Taylor en dehors de son cercle de convergence. L'auteur fait d'abord voir quelle est, à ce point de vue, la portée de la méthode de sommation étudiée au chapitre précédent et il parvient ainsi à définir un *polygone de sommabilité* qui, fait bien digne de remarque, dépasse le cercle de convergence en tout point non singulier. Puis, grâce à une analyse pénétrante, il montre comment, en généralisant convenablement cette méthode de sommation, on peut étendre la région de sommabilité de façon à atteindre un point quelconque du plan.

Une des applications de cette théorie qui se présentent le plus naturellement est la recherche des points singuliers d'une fonction définie par son développement de Taylor. Cette question, très difficile, est traitée par l'auteur dans un dernier paragraphe du chapitre, où il joint à ses propres résultats ceux, fort intéressants aussi, qui sont dus à M. Lean et à M. Le Roy.

La théorie des séries sommables permettant d'étendre le domaine d'existence d'une fonction définie par son développement taylorien au delà de son cercle de convergence, la question se trouve ainsi amenée de donner à ce domaine la plus grande extension possible. On sait que, grâce à certaines séries de polynomes, M. Mittag-Leffler est parvenu dernièrement à une solution de ce problème " à la fois très élégante et aussi complète qu'on pouvait le désirer ".

Le lien de cette question avec le sujet traité par M. Borel est trop évident pour que celui-ci ait cru pouvoir se dispenser de l'aborder. Il lui consacre donc son chapitre V. Non content d'ailleurs de donner un exposé très clair et très complet de la belle théorie du savant géomètre suédois, l'auteur en fait encore connaître une importante généralisation fondée sur la considération de l'intégrale de Cauchy. Il insiste enfin sur les différences de caractère qu'offre cette théorie, édifiée en vue d'un autre but, par rapport à la théorie proprement dite des séries divergentes, abordée dans les chapitres précédents. Il estime toutefois que, moyennant quelques restrictions et quelques modifications à déterminer, qui n'altèreraient pas son caractère essentiel, la théorie de M. Mittag-Leffler serait sans doute de nature à faire naître une théorie *générale* des séries divergentes dont les

diverses théories préalablement envisagées se présenteraient vraisemblablement comme des cas particuliers. Il y a évidemment là matière à une belle et grande découverte. Si nous devons quelque jour la voir se réaliser, la remarquable brochure dont il vient d'être question aura, de toute façon, puissamment contribué à son éclosion.

M. d'Ocagne.

II

Euclid und die sechs planimetrischen Bücher. Mit Benutzung der Textausgabe von Heiberg von Dr Max Simon, Strasburg i. E. Mit 192 Figuren im Text. — Leipzig, Teubner, 1901 (vii-141 p. in-8°). Prix : 5 marcs.

Depuis une quarantaine d'années, un mouvement de retour à Euclide se dessine dans le domaine de l'enseignement des mathématiques élémentaires. D'une part, les recherches relatives aux premiers principes de l'analyse infinitésimale ont appelé l'attention sur l'admirable théorie des proportions entre grandeurs commensurables ou incommensurables, qui constitue le cinquième livre des Éléments ; d'autre part, les controverses suscitées par la découverte de la géométrie non-euclidienne ont prouvé qu'Euclide avait choisi ses postulats avec une singulière perspicacité et que son premier livre constituait une excellente introduction à la Métagéométrie. Les livres VII-X des Éléments contiennent d'ailleurs les fondements de la théorie des nombres premiers et de celle des radicaux du second degré. Le traité du vieux géomètre grec est donc redevenu pour nous, qu'on le sache ou non, ce qu'il était pour les Anciens, la base de l'enseignement mathématique. D'ailleurs, comme on l'a remarqué, le mathématicien qui n'est pas pénétré de l'esprit des Éléments d'Euclide n'a pas une idée juste de ce qu'on appelait, du temps de Newton et de Leibniz, une démonstration conduite *more geometrico*.

En Angleterre, Euclide n'a jamais été abandonné ; mais une foule de soi-disant éditions des Éléments publiées dans les pays anglo-saxons s'éloignent notablement non seulement du texte, mais même des méthodes d'Euclide. Cependant on réimprime aussi sans cesse une bonne édition des huit livres géométriques sous le titre : *The Elements of Geometry ; or the First Six Books, with*

the Eleventh and Twelfth of Euclid, from the Text of ROBERT SIMSON, *with Corrections, Annotations and Exercises by Professor* WALLACE (Cassell, Petter, Galpin and Co. London, Paris, New-York ; prix : un shilling). — En Italie, deux géomètres éminents, BETTI et BRIOSCHI ont publié *Gli Elementi d'Euclide*, avec notes, additions et exercices (Florence, Lemonnier, 1868) et l'on n'admet plus, dans les lycées, comme manuels de Géométrie, que les Éléments d'Euclide ou les ouvrages écrits dans le même esprit. — En Russie, M. VACHTCHENKO-ZAKHARCHENKO a fait paraître, en 1880, une traduction complète des Éléments. — A Jassy, M. ROSIU a commencé, il y a quinze ou vingt ans, la publication d'une traduction roumaine peut-être maintenant terminée, dans les premiers volumes du recueil intitulé *Recreatii stiintifice*.

Au XVIIIe siècle et dans la première moitié du XIXe, une édition allemande d'Euclide a eu une grande vogue. C'est celle de Lorenz (1733) qui a été souvent remaniée et réimprimée, partiellement au moins. Nous avons sous les yeux la dernière édition, maintenant épuisée : *Euclid's acht geometrische Bücher aus dem Grechischen übersetzt von* J. F. LORENZ. Aufs neue herausgegeben mit einem Anhange von C. W. HARTWIG. Halle, 1860.

En France, Peyrard a publié une édition des huit livres géométriques (1804) suivie bientôt de sa grande édition grecque, latine et française (1814-1818), celle-ci à l'usage des seuls érudits.

M. Simon, dont les recherches de géométrie non-euclidienne sont bien connues, vient de faire paraître une nouvelle traduction ou édition allemande des six livres de géométrie plane d'Euclide, avec de nombreuses notes. Il a traduit littéralement les définitions, les postulats, les axiomes ainsi que les démonstrations et constructions principales ; pour le reste, il s'est contenté d'en faire connaître la substance, sans s'astreindre aux longueurs et aux répétitions du texte grec. Les suppressions sont indiquées, aussi bien que les additions.

SOMMAIRE. *Préface :* Euclide est le meilleur manuel de géométrie plane dans les gymnases où l'on enseigne les mathématiques non pour leur utilité pratique, mais en vue de la formation intellectuelle sérieuse des élèves ; bien entendu, le professeur doit bien connaître Euclide et un enseignement préparatoire, en quatrième, doit avoir familiarisé les élèves avec les premières notions de la géométrie.

Introduction (pp. 1-20). Biographie. — Les écrits d'Euclide

autres que les Éléments : Données, Phénomènes (= astronomie), Optique, Intervalles musicaux, Sur les divisions, Lieux à la surface, Porismes et Coniques, Sophismes. — Les Éléments ; ce qui appartient en propre à Euclide. Nous trouvons que M. Simon aurait dû dire ici plus nettement que le livre X, dans sa partie la plus difficile, est surtout l'œuvre d'Euclide. Selon nous aussi, c'est par la méthode d'exhaustion qu'Euclide trouve le volume de la pyramide et, plus tard, Archimède l'aire de la parabole. Il faut distinguer soigneusement cette méthode qui revient à une *sommation de série*, de la méthode par *sommation d'infiniment petits*, qui a été le principal instrument des découvertes d'Archimède et de ses continuateurs jusques et y compris Fermat ; celle-ci, à son tour, ne doit pas être confondue avec le *calcul intégral* de Newton et de Leibniz (c'est-à-dire l'inverse de la méthode des tangentes) dont personne ne s'est servi consciemment avant eux. — Les éditions d'Euclide : texte de Théon, texte plus ancien retrouvé par Peyrard; traductions arabes et éditions latines du moyen âge ; éditions grecques de Gryneus (1533), D. Gregory (1705), Peyrard (1814-1818), Heiberg (1882-1888) ; éditions latines de Commandin et de Clavius. — Éditions d'Euclide dans les langues modernes. — Commentateurs d'Euclide. A la page 19, l'auteur admet encore la légende, séduisante mais maintenant démontrée fausse, d'une influence de Gauss sur Lobatchefsky et Bolyai.

Livre I (pp. 22-67) avec notes sur les définitions, les postulats, les axiomes et aussi sur le mode d'exposition d'Euclide. Dans ce premier livre si important au point de vue des principes, l'auteur introduit une foule de remarques historiques, philologiques et critiques, empruntées aux anciens et aux modernes ou dues à l'auteur lui-même : ces remarques donnent une idée des travaux des géomètres sur les bases de la science de l'espace, depuis Euclide jusqu'à Lobatchefsky et ses continuateurs. — Pour les postulats et les axiomes, nous regrettons que l'auteur n'ait pas suivi le texte de Peyrard plutôt que celui de Heiberg.

Livre II (pp. 68-78). *Livre III* (pp. 79-98) avec notes sur les définitions, sur l'angle de contact, sur la jolie construction d'Euclide pour la tangente menée à un cercle par un point extérieur, etc. *Livre IV* (pp. 98-106), *Livre V* (pp. 107-122) avec des remarques nombreuses et importantes sur les définitions. *Livre VI* (pp. 123-141).

Nous ne doutons pas que l'Euclide de M. Simon ne soit bien

accueilli par les professeurs. Les remarques explicatives, critiques ou pédagogiques de l'auteur, ont une tournure caustique ou humoristique fortement personnelle qui en augmente l'intérêt et les rend agréables à lire.

P. M.

III

ENCYKLOPADIE DER MATHEMATISCHEN WISSENSCHAFTEN mit Einschluss ihrer Anwendungen. Band I, Heft 6 (ausgegeben am 30 Mai 1901 : pp. 721-922). Band IV_1, Heft 1 (ausgegeben am 13 September 1901 : pp. 1-121) ; IV_2, Heft 1 (ausgegeben am 6 Juni 1101 ; pp. 1-147). — Leipzig, Teubner. 1901. Prix : 8 marcs ; 3 marcs 40 ; 3 marcs 80.

1. *Cahier 6 du tome premier. Théorie de la multiplication complexe des fonctions elliptiques*, par M. H. WEBER, professeur à l'Université de Strasbourg (fin, pp. 721-732).

Calcul des probabilités, par M. E. CZUBER, professeur à l'Université de Vienne (pp. 733-767). 1-6. Principes et procédés de calcul. 7-10. Problèmes divers. 11. Probabilités continues. 12-13. Théorèmes de Bernoulli et de Poisson. 14-15. Probabilités (dites) *à posteriori*. 16-18. Espérance mathématique, morale. — On trouve dans ce rapide résumé, beaucoup d'indications bibliographiques précieuses ; cependant, il n'est pas complet même à ce point de vue. Le traité (en danois) de calcul des probabilités, de Thiele, qui a été analysé dans le BULLETIN de Darboux, 2me série, t. XIV, pp. 73-85 n'est pas cité, non plus que l'*Histoire du Calcul des Probabilités* de GOURAUD. Dans ce dernier opuscule, la question de l'objectivité des conclusions tirées du calcul des probabilités est examinée mieux que chez Laplace, Bertrand ou Quiquet-Poincaré. Des articles de G. Sorel, E. Cesàro sur la portée philosophique de ce calcul méritaient aussi d'être cités.

Théorie des erreurs, méthode des moindres carrés, par M. J. BAUSCHINGER (pp. 768-798). 1-8. La méthode des moindres carrés. 9-15. Application de la méthode. — L'auteur ne parle pas des méthodes de T. Mayer et de Cauchy, sur lesquelles M. E. Goedseels a publié dans les tomes 23-25 des ANNALES DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES, des recherches qui ne peuvent être passées sous silence.

Interpolation, par M. J. Bauschinger (pp. 799-820). Résumé des travaux de Newton, Lagrange, Cauchy, Tchebychef. Le paragraphe consacré à la dérivation et à l'intégration des formules d'interpolation n'est pas complet; il est repris par M. Selivanof, dans le calcul des différences.

Application du calcul des probabilités à la statistique, par L. von Bortkiewicz à St-Pétersbourg (pp. 820-851). *Assurances sur la vie*, par G. Bohlmann, à Goettingue (pp. 852-917). Ces deux chapitres sont traités avec plus d'ampleur et de développement que les précédents. La bibliographie semble aussi beaucoup plus complète.

Calcul des différences, par D. Selivanof, à St-Pétersbourg (pp. 918-937). Résumé substantiel et vraiment scientifique des travaux les plus essentiels sur la matière.

Calcul numérique, par R. Mehmke, à Stuttgart (pp. 938-998). Ce chapitre est l'un des plus intéressants et des plus instructifs de l'Encyclopédie et tout le monde y trouvera beaucoup à apprendre. Voici les principales subdivisions de la partie publiée. A. *Calcul exact*. 1. Multiplication et division ordonnée de Fourier. Méthode de Cauchy. 2. Tables numériques (multiplication, division, carrés, cubes, racines, facteurs, nombres premiers). 3. Appareils à calculer pour les quatre opérations. Machines pour calculs simples ou calculs combinés. Machines algébriques (21 figures). B. *Calcul approché*. Multiplication, division, extraction des racines par les méthodes abrégées. — Tables de logarithmes. — Le reste de cette section paraîtra dans le dernier cahier du tome I.

2. *Premier cahier du tome IV* (Première partie). *Principes de la mécanique rationnelle*, par M. A. Voss, à Wurzbourg (pp. 1-120). 1-5. Définition et objet de la mécanique. 5-12. Principes philosophiques, mathématiques, physiques de la mécanique. 13-17. Le temps et l'espace; système d'axes. 18-19. Les forces en statique. 20-25. Les forces en dynamique. 26-28. Les théories purement cinétiques. 29-51. Les principes spéciaux de la mécanique rationnelle. 29-35. Statique; le principe du levier; le principe des vitesses virtuelles; le principe de Fourier. 36-41. Dynamique : principe de d'Alembert. Équations de Lagrange. Principe de Gauss. Conditions exprimées par des inégalités. 42-44. Principes de Hamilton et de la moindre action. 45-51. Principes de la force vive et de l'énergie. Le second principe de la théorie mécanique de la chaleur. — Cette section de l'Encyclopédie est précédée d'une excellente bibliographie générale et suivie d'une table des noms très utile. L'auteur ne prend pas

toujours parti entre les vues divergentes des géomètres dont il parle, mais il les expose avec beaucoup de netteté. Son propre point de vue se trouve dans la remarque finale, n° 51 : la mécanique est semi-rationnelle, semi-expérimentale.

3. *Premier cahier du tome IV* (Seconde partie). La seconde partie du tome IV est consacrée surtout à la mécanique des corps déformables. *Notions géométriques fondamentales*, par M. Abraham, à Goettingue (pp. 3-47). 1. Théorie analytique des vecteurs. 2. Cinématique et statique des corps continus. 3. Actions mutuelles des champs de scalaires, de vecteurs et de tenseurs.

Hydrodynamique : ses bases physiques, par M. A. E. H. Love, à Oxford (pp. 48-83).

Hydrodynamique : exposition théorique, par M. A. E. H. Love, à Oxford (pp. 84-147). 1. Mouvement sans tourbillon. 2. Mouvement des corps solides dans un fluide incompressible. 3. Tourbillons 4. Ellipsoïde fluide soumis à sa propre attraction. 5. Le mouvement ondulatoire des fluides incompressibles. 6. Fluides visqueux.

Comme on le voit par cette aride analyse, l'Encyclopédie mathématique mérite vraiment son nom Il y a bien quelques sections qui ne sont pas absolument à la hauteur des autres ; mais la plupart, comme la partie publiée du tome IV, ou bien contiennent un exposé systématique d'une branche déterminée de la science (Voss, *Mécanique rationnelle*), ou conduisent le lecteur jusqu'aux extrêmes confins de la spéculation mathématique, là où les chercheurs les plus audacieux essaient de pénétrer dans le domaine de l'inconnu et préparent la science de l'avenir (Love, *Hydrodynamique*).

P. Mansion.

IV

Cours de Mécanique analytique, par Ernest Pasquier, Professeur à l'Université de Louvain. Tome Ier. Un volume in-8° de XXII-358 pages. — Louvain, imprimerie des Trois Rois. Paris, Gauthier-Villars, 1901.

Ce volume est le tome premier du Cours que l'auteur professe à l'Université de Louvain depuis la mort du regretté Ph. Gilbert. Une introduction de 59 pages contient tous les principes mathé-

matiques relatifs aux vecteurs et qui trouvent leur application dans la suite du cours. Tous ceux qui pratiquent l'enseignement connaissent les avantages de semblables exposés préliminaires. Le savant professeur signale le principal en ces termes : " Ultérieurement, nous n'aurons qu'à spécifier de quelle espèce de vecteurs il s'agit, pour établir des théorèmes fondamentaux de la mécanique proprement dite : ces théorèmes ne diffèrent donc souvent que par la forme des théorèmes qui figurent dans l'introduction. „ Cet avantage est réel et précieux, mais si l'on n'y fait attention, il entraîne l'emploi de termes dont la place dans une série de considérations purement géométriques doit nécessairement surprendre et même dérouter quelque peu les étudiants. M. Pasquier a su échapper à cet écueil, car nous avons promené la loupe sur son introduction avec la plus grande attention, et nous n'y avons découvert qu'un seul passage de 6 lignes sur 59 pages, auquel une critique très sévère pourrait peut-être attribuer l'inconvénient que nous venons de signaler. Ce passage est la définition du *travail élémentaire*. Nous nous empressons d'ajouter que rien n'empêche de supprimer cette définition dans l'introduction et de la réserver pour le moment propice.

La partie mécanique proprement dite du volume comprend dix chapitres.

La première section, formée des chapitres I, II, III et IV, est consacrée à la *Cinématique*.

Les dix chapitres suivants composent la deuxième section, intitulée *Statique et dynamique du point*.

Il nous est impossible, sans sortir du cadre d'un compte rendu, d'examiner en détail le contenu de ces deux sections, attendu que la table des matières (1) prend à elle seule dix pages de petit texte. Nous devons nous borner à signaler ce qui nous a particulièrement frappé. Nous avons admiré à maintes reprises au cours de la lecture du livre de notre savant et sympathique collègue, la clarté de l'exposition et le talent avec lequel il a su se mettre au niveau des débutants. Mais ce qui a le plus attiré notre attention, c'est l'idée heureuse qu'a eue l'auteur de tenir compte des nombreuses discussions dont les principes fondamentaux de la mécanique ont été l'objet au sein de la

(1) L'auteur a rédigé la table des matières suffisamment détaillée pour permettre aux étudiants de s'en servir pour faire de temps en temps une rapide revision des matières enseignées. Cette idée est, à notre avis, très heureuse.

première section de la Société scientifique de Bruxelles, et d'initier ainsi ses élèves à la critique scientifique.

Comme autre particularité importante nous devons signaler le chapitre VIII intitulé *Considérations générales pour le cas d'un point qui n'est pas libre.*

Lorsqu'un point M soumis à l'action d'une force F est astreint à se mouvoir sur une surface donnée S, le mouvement n'est évidemment pas le même que si cette surface n'intervenait pas, et la condition pour le point de rester toujours sur la surface S est une cause de modification du mouvement, c'est-à-dire qu'elle se traduit par l'introduction d'*une force.*

Dans les applications pratiques, la direction de cette force supplémentaire, ou plutôt de l'accélération seconde adoptée pour mesure de cette force, est généralement inclinée sur la normale, et ce n'est que dans des circonstances toutes spéciales qu'on peut négliger l'inclinaison mutuelle de ces deux directions et supposer la force supplémentaire ou *de liaison* normale à la surface. La force inclinée est donc la règle, le cas général, et la force normale, l'exception. Il résulte de là que dans la mécanique rationnelle la question doit être traitée principalement au point de vue de la force inclinée, et en n'accordant à la force normale qu'une importance secondaire.

C'est à ce point de vue que l'auteur s'est placé contrairement à ce qui s'est fait très souvent jusqu'ici, et on ne saurait trop louer cette préoccupation de mettre autant que possible la théorie en harmonie avec la pratique.

En résumé, le *Cours de mécanique analytique* de M. Ernest Pasquier fait honneur à l'Université catholique de Louvain et à la littérature scientifique nationale.

E. G.

V

Die Babylonische Mondrechnung. Zwei Systeme der Chaldäer über den Lauf des Mondes und der Sonne. Auf Grund mehrerer von J. N. Strassmaier S. J. copirten Keilinschriften des Britischen Museums von Franz Xaver Kugler, S. J. Mit einem Anhang über Chaldäische Planetentafeln. — Freiburg im Breisgau, Herder'sche Verlagshandlung, 1900. — Gr. in-8° de xv-214 pp. et XIII planches.

Il faudrait être à la fois astronome et philologue pour juger avec compétence le volume du P. Kugler. Aussi, en le présentant aux lecteurs de la Revue, ne chercherai-je pas à dissimuler un certain embarras, l'assyriologie m'étant tout à fait étrangère. Le mérite évident de la *Babylonische Mondrechnung* m'engage cependant à me mettre au-dessus d'une hésitation bien naturelle, pour faire connaître au moins les grandes lignes de l'ouvrage.

Écoutons le P. Kugler nous le dire lui-même, dans la préface : On trouve à la fois, dans la *Babylonische Mondrechnung*, des discussions de linguistique et des problèmes d'astronomie, mais les premières sont la partie très secondaire du travail : l'auteur prétend donner au public des recherches d'astronomie mathématique. C'est exact et le P. Kugler eût pu ajouter : La *Mondrechnung* est encore une contribution à l'éclaircissement d'un des points les plus obscurs et les plus importants de l'histoire de la pensée mathémathique : le rôle des Chaldéens dans le développement de l'astronomie ancienne. Mais avant de le montrer, commençons pas rendre à chacun son dû.

Le titre de la *Babylonische Mondrechnung* nous l'apprend, elle n'est pas l'œuvre exclusive du P. Kugler, qui de son propre aveu est plutôt astronome qu'assyriologue. Bien plus, il a le mérite et la bonne grâce de ne pas s'en cacher, sans le secours de l'éminent orientaliste, le P. J. N. Strassmaier S. J., il eût eu peu d'espoir d'aboutir. Mais ceci demande un mot d'explication, car la *Babylonische Mondrechnung* a une histoire.

L'importance des observations astronomiques faites par les Chaldéens a été plus ou moins connue de l'antiquité tout entière. Les témoignages unanimes d'Hérodote, de Strabon, de Pline, de Cicéron; ceux surtout de Geminus et de Ptolémée ne laissent aucun doute à cet égard. C'était là une tradition, dès les premiers temps de l'ère chrétienne déjà un peu vague, tous les documents originaux sur lesquels elle s'appuyait étant dès lors perdus. Depuis des siècles donc on désespérait de l'éclaircir jamais, quand, il y a une dizaine d'années, les PP. Epping et Strassmaier publièrent, dans les Stimmen aus Maria Laach, leurs grands travaux sur l'astronomie des anciens Babyloniens. Ce fut une révélation. Les lecteurs de la Revue des Questions scientifiques n'ont certainement pas oublié les trois articles dans lesquels le P. Lucas S. J. les a analysés (1) ; aujourd'hui

(1) Tomes XXVIII, p. 450, XXIX, p. 513 et XXXI, p. 50.

encore ils sont l'une des meilleures études écrites en français sur le sujet. Sans m'y arrêter j'y puise un renseignement.

Les PP. Epping et Strassmaier s'étaient partagé la besogne : au P. Epping les mathématiques et l'astronomie, au P. Strassmaier la philologie et la paléographie. Les savants jésuites prenaient d'ailleurs soin d'en prévenir leurs lecteurs : leurs mémoires n'étaient qu'un début ; simple entrée en matière, ils devaient être suivis de plusieurs autres (1).

Sur ces entrefaites le P. Epping, alors dans toute la force du talent et de l'âge, mourut inopinément. Il fut remplacé comme astronome par le P. Jos. Hontheim, S. J. Dès l'abord peu maître de son temps, ce dernier se vit bientôt complètement absorbé par d'autres études, et, au grand regret des érudits, l'œuvre si magistralement commencée par les PP. Epping et Strassmaier demeura en souffrance. Enfin, après bien des retards, le P. Kugler reprit la succession du P. Hontheim.

Les contretemps s'étaient jusqu'ici attachés aux astronomes, la maladie vint cette fois s'abattre sur le P. Strassmaier et le réduire à son tour à l'inaction. Privé de son concours, le P. Kugler ne se laissa pas décourager. Heureusement les manuscrits du P. Strassmaier demeuraient. Grâce à eux, grâce surtout à un travail opiniâtre, le P. Kugler finit par vaincre toutes les difficultés et la *Babylonische Mondrechnung* put enfin voir le jour.

Il est temps d'en aborder le fonds.

Je sortirais du cadre imposé à un simple compte rendu en exposant ici en quoi consiste la méthode du P. Kugler. Ce serait d'ailleurs probablement superflu, elle doit être connue du grand nombre des lecteurs de la Revue. Continuateur du P. Epping, le P. Kugler est resté fidèle aux règles établies par son prédécesseur ; même procédé de divination des textes, même manière d'interpréter la signification des nombres déchiffrés par le P. Strassmaier, même habileté, même bonheur à s'aider de toutes les ressources de l'astronomie moderne. Encore une fois le lecteur de la Revue connaît tout cela, les articles du P. Lucas, rappelés ci-dessus, le lui ont appris en détail ; il a pu y suivre pas à pas le P. Epping dans tous les sentiers qu'il a parcourus lui-même. Le P. Kugler n'a rien innové, et il a bien fait.

(1) Quelques-uns parurent dans le Zeitschrift für Assyriologie. Voir, pour plus de renseignements, la note consacrée par le P. Delattre S. J. à la bibliographie du sujet, dans le tome XLVIII de cette Revue, (p. 106).

Voici maintenant les grandes divisions de son livre.

Il débute par une préface et quelques préliminaires. Ceux-ci renferment d'abord le catalogue des tablettes assyriennes dont la lecture, l'interprétation, souvent même la reconstitution partielle forment l'objet principal de l'ouvrage. Puis vient une étude historique, d'après Geminus et Ptolémée, sur les emprunts faits par Hipparque aux tables chaldéennes des mouvements lunaires. Cette étude est fort courte, trop courte même à mon avis; j'aurai à revenir tantôt à Hipparque.

Le corps même de la *Mondrechnung* se divise en trois grandes parties. dont il est utile de traduire les titres :

1° Du mouvement de la lune, du calcul des nouvelles et pleines lunes d'après le *Système I;*

2° Du mouvement du soleil d'après les *Systèmes II et I;*

3° Du mouvement de la lune, des syzygies et des éclipses d'après le *Système II.*

Un appendice est ensuite consacré au calcul du mouvement des planètes chez les Chaldéens, et le volume se ferme sur la photogravure des principales inscriptions cunéiformes utilisées par le P. Kugler, telles qu'elles ont été lues et copiées par le P. Strassmaier ; en tout, treize magnifiques planches.

Reprenons brièvement.

Le lecteur est peut-être intrigué par deux mots dont je me sers ici un peu malgré moi : calcul d'après le *Système I.* calcul d'après le *Système II.* Ils sont dus au P. Kugler lui-même et expriment une idée assez complexe. Je les lui emprunte sans les traduire et les emploie faute de mieux.

Par *Système I, Système II,* le P. Kugler désigne deux genres de tables numériques, deux procédés de calcul différents, employés par deux Écoles d'astronomes distinctes aussi entre elles, ce dernier point étant cependant, il faut l'avouer, jusqu'ici moins bien mis en évidence.

Laissons de côté la question, assez accessoire pour nous, de l'existence de ces deux Écoles. Les différences caractéristiques des deux méthodes sont tout autrement curieuses et dignes de notre attention.

Voici les principales, mais, à regret, sans les commentaires et les preuves du P. Kugler :

1° Les tablettes du *Système II* contiennent des colonnes donnant les variations du diamètre lunaire, les apogées et périgées de la lune, la vitesse de son mouvement, la durée du mois syno-

dique ou lunaison vulgaire; ces renseignements font défaut dans les tablettes du *Système I.*

2° Les deux *Systèmes* contiennent les corrections à employer pour le calcul de la vitesse vraie du soleil dans son orbite. Elles forment un tableau unique dans le *Système I;* il est double au contraire dans le *Système II.*

3° Les origines des saisons astronomiques ne sont pas fixées aux mêmes points de l'écliptique. Dans le *Système I*, elles tombent sur le huitième degré des constellations qui les contiennent, tandis que dans le *Système II* elles se trouvent au dixième.

4° Quant à l'arc diurne ou durée du jour, il se calcule bien, il est vrai, par une même méthode; mais les chiffres obtenus pour la mesure du plus court et du plus long jour ne concordent pas : l'écart $= 0^h\ 13^m\ 30^s$.

5° Remarque analogue à propos du mouvement anomalistique de la lune; le procédé de calcul est le même, les chiffres attribués aux valeurs moyennes et extrêmes sont différents.

6° Méthodes employées, résultats obtenus, tout diffère au contraire dans la manière de déterminer les latitudes de la lune et le mois dracontique (durée de deux retours consécutifs de la lune au même nœud).

7° A la suite de la colonne des latitudes lunaires, les tablettes du *Système II* donnent les éléments nécessaires au calcul du commencement, de la grandeur et de la fin des éclipses; rien de semblable, du moins à cette place, dans celles du *Système I.*

8° Les deux *Systèmes* présentent aussi des divergences notables dans la manière d'établir les dates des syzygies.

9° Enfin dans le *Système I* le jour se compte à partir de minuit, tandis que dans le *Système II* il commence au coucher du soleil.

J'arrête ici cette liste. Mais quelle patience, quelle sagacité le P. Kugler a déployées pour arriver à ces conclusions! car aucune n'est affirmée sans preuve. Bien plus, aucune ne laisse de doute dans l'esprit. Je voudrais le montrer, mais encore une fois les limites d'un compte rendu ne me permettent pas d'entrer dans ce détail, force m'est bien de renvoyer le lecteur à la *Mondrechnung* elle-même. Qu'il se rappelle, en la lisant, quelles étaient nos connaissances de l'astronomie chaldéenne, il y a un quart de siècle. Il verra l'étendue du chemin parcouru depuis lors.

Retournons maintenant quelques pas en arrière, pour jeter un coup d'œil d'ensemble sur la *Babylonische Mondrechnung.*

Une même main de maître en a écrit les trois parties. Impor-

tance des recherches, nouveauté des résultats obtenus, tout mérite dans chacune d'elles une égale admiration. S'il me fallait néanmoins faire un choix, j'indiquerais la deuxième partie, l'étude du mouvement solaire chez les Chaldéens, comme renfermant les découvertes les plus inattendues. Le P. Kugler va lui-même nous apprendre pourquoi. Je le traduis en le résumant un peu :

" Les irrégularités du mouvement de l'astre du jour, dit-il (p. 54), sont moins nombreuses, il est vrai, moins notables aussi que celles de la lune. Néanmoins il était, chez les anciens, bien plus difficile de déterminer les éléments de l'orbite du soleil, que ceux de l'orbite de la lune, et cela pour une triple raison.

„ D'abord, le déplacement angulaire du soleil est fort lent; il mesure, par jour, un arc de 59′ 8″ à peine. Ensuite, la distance du soleil aux étoiles fixes est impossible à évaluer par des visées directes. Enfin, s'il est relativement aisé de déterminer la position du centre de la lune, l'éblouissement de la vue causé par les rayons du soleil rend pour lui ce problème des plus pénibles.

„ Nonobstant ces obstacles les Chaldéens réussirent à trouver avec une admirable précision les divers éléments du mouvement solaire. Le fait en est d'autant plus digne d'admiration.

„ Voici, entre autres, quelques lois découvertes par ces habiles astronomes : ils connaissaient non seulement la vitesse moyenne du déplacement du Soleil et par conséquent aussi la longueur de l'année sidérale, mais encore le cours anomalistique de l'astre, ses vitesses maxima et minima. De celles-ci ils avaient conclu l'inégalité des saisons astronomiques. Partant de là, ils avaient réussi à observer avec une grande exactitude la position des solstices et des équinoxes. Ils s'étaient enfin livrés à des calculs de genres divers parmi lesquels il convient de remarquer en particulier celui de la longueur de l'arc diurne. „

Le P. Kugler entre ensuite en matière ; impossible désormais pour nous de le suivre ici dans ses savantes discussions. Je me reprocherais de les passer toutes cependant sans silence et de ne pas en résumer au moins une. Choisissons, par exemple, la critique de la position géographique des lieux où se sont faites les observations.

Babylone, on le sait, est à la latitude d'environ 35° ; les voyages récents mettent ce chiffre hors de doute. Ce résultat concorde bien avec les données numériques attribuées au jour le plus long et au jour le plus court dans le *Système I* (1). Les

(1) 14h 24m et 9h 36m ; ces données correspondent à la latitude de 35° 7′ 49″.

observations de ce *Système* ont donc été faites probablement à Babylone.

D'autre part, les tablettes du *Système II* le disent en termes exprès : à l'Observatoire où l'on travaillait, le jour le plus court et le jour le plus long étaient respectivement de $9^h\ 14^m\ 6^s$ et $14^h\ 10^m\ 54^s$. Supposer cet observatoire à la latitude de 35°, c'est admettre un écart dépassant tout ce qu'il est permis d'attribuer aux erreurs des instruments ou des expériences. Avec le P. Kugler renversons le problème. Prenons pour point de départ l'obliquité connue de l'écliptique et la durée du plus long jour ; une formule classique et un calcul des plus simples nous donneront pour la latitude : 32° ¼. Les observations du *Système II* ne sont donc plus faites à Babylone.

Terminons ce compte rendu en revenant un instant à Hipparque.

« Cet Hipparque, nous dit Pline (*Hist. nat.* II, 26), on ne le louera jamais assez ! Personne n'a mieux montré que l'homme a une parenté avec les astres et que nos âmes font partie du ciel. Il reconnut une nouvelle étoile apparue de son temps, y observa des changements, fut ainsi amené à se demander si le même fait ne se reproduirait pas souvent et si les étoiles, regardées par nous comme fixes, n'ont pas de mouvements. Il entreprit donc une tâche capable de faire reculer même un dieu : compter, pour la postérité, les étoiles du ciel et leur donner des noms dans les constellations. Il inventa des instruments pour déterminer la position et la grandeur de chacune d'elles ; on pourrait ainsi aisément reconnaître, non seulement s'il en naissait ou s'il en disparaissait, mais aussi si quelques-unes se déplaçaient, augmentaient ou diminuaient. Il laissa à tous le ciel en héritage, s'il se trouve quelqu'un pour l'accepter. »

Récit emphatique, je le veux bien, mais récit traduisant fidèlement l'admiration de l'Antiquité. Tel un demi-dieu, l'astronome Rhodien lui apparaissait au milieu d'une auréole de gloire, doué d'une science prodigieuse, surhumaine. Observations, instruments, méthodes, rien n'existait avant lui, il avait tout inventé !

Dans ses *Recherches sur l'Histoire de l'Astronomie ancienne*, Paul Tannery a montré combien le rôle d'Hipparque avait été exagéré. Bien peu, je crois, le regardent aujourd'hui comme le créateur de la trigonométrie. Le livre du P. Kugler le ramène à des proportions plus modestes encore.

A plus de vingt siècles de distance, rien n'est plus malaisé, rien n'est plus délicat, que de prendre la mesure exacte des

grands maîtres de la science. Perte de leurs écrits originaux, vanité nationale, oubli de l'histoire, tout concourt à fausser le regard et à nous induire en erreur ; c'est une bonne fortune qu'un document nouveau répandant la lumière sur l'un d'eux.

Plus rapproché d'Hipparque que nous, Ptolémée ne l'ignore pas, le Rhodien a connu les observations chaldéennes. Mais qu'aurait-il bien pu leur emprunter ? Rapport du mois synodique au mois dracontique, inégalité des saisons astronomiques, voilà des découvertes immortalisant son nom, devant reléguer à jamais au second plan tous les travaux antérieurs des Babyloniens. La *Mondrechnung* nous fait toucher du doigt l'illusion. Tout cela était connu des Chaldéens,

Restera-t-il au moins à Hipparque l'honneur d'avoir trouvé la précession des équinoxes ? Peut-être. Le P. Kugler ne se prononce pas.

En 1869, Th. Henri Martin publiait, à Paris, dans les Mémoires de l'Académie des Inscriptions, une érudite et longue étude intitulée : *La Précession des Équinoxes a-t-elle été connue des Égyptiens, ou de quelque autre peuple avant Hipparque ?* Non, concluait-il résolument, et la question semblait définitivement tranchée. Elle est posée de nouveau aujourd'hui.

Nous non plus n'exagérons rien ; Hipparque sera toujours Hipparque. Toutes les surprises que nous ménage encore la lecture des inscriptions cunéiformes, ne le réduiront jamais à la taille d'un Geminus ou même d'un Ptolémée. Tycho Brahé a précédé Kepler, et Newton n'en est pas moins grand pour être venu après Kepler et Tycho Brahé (1).

H. Bosmans, S. J.

(1) Les œuvres d'Hipparque sont perdues ; seule l'une des moins importantes, les trois livres de *Commentaire sur Aratus et Eudoxe*, a été sauvée. Elle a eu plusieurs éditions dans l'*Uranologium* du P. Denis Petau, S. J., ouvrage qui contient aussi l'*Astronomie* de Geminus citée plusieurs fois dans ce compte rendu. L'édition de Geminus donnée, en 1819, par Halma, dans sa *Chronologie de Ptolémée*, est de beaucoup inférieure à la précédente, mais elle a l'avantage d'être accompagnée d'une traduction française. De nos jours enfin, Charles Manitius a publié d'excellentes éditions critiques d'Hipparque et de Geminus, chez Teubner, à Leipzig.

VI

Œuvres de Descartes, publiées par Charles Adam et Paul Tannery, sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique. *Correspondance IV*, juillet 1643 — avril 1647. Un volume grand in-4° carré de 708 pages. — Paris, Librairie Léopold Cerf, 1901.

Le quatrième volume des *Œuvres de Descartes*, publiées par MM. Charles Adam et Paul Tannery (1), a paru dans les premiers mois de l'année 1901. Ainsi qu'on a pu le voir, ce nouveau volume de la *Correspondance* s'étend de juillet 1643 à avril 1647 ; l'impression en a été suivie par MM. Darboux et Boutroux, en qualité de commissaires responsables.

L'existence du grand philosophe nous apparaît plus calme que dans la période précédente, car la querelle contre Voetius a perdu son caractère tragique et va bientôt se clore ; la paix est faite avec les Jésuites, et les critiques amères contre Roberval ne soulèvent aucun orage, restant dans le domaine privé.

L'Université de Groningue statua, par un arrêt du 20 avril 1645 (nouveau style) sur la plainte que Descartes avait portée contre Schoock, auteur d'un libelle sur la philosophie cartésienne, écrit en faveur de Voetius.

Cet arrêt constate que Schoock a reconnu n'avoir écrit qu'à l'instigation de celui-ci et a ajouté que des altérations avaient été faites criminellement à son écrit par une main étrangère, alors qu'il avait confié le soin de l'éditer à Waterlaet, qui jouissait d'une intime familiarité auprès de Voetius. Sans qu'il soit besoin d'insister sur cette complète rétractation mêlée de désaveu, disons simplement que l'arrêt en donne acte à Descartes. Celui-ci se tint pour satisfait et écrivit peu après :

« De quelque naturel que soit Schoockius, je suis tout à fait persuadé que vous ne désapprouverez pas que j'offre de me réconcilier avec luy. Il n'y a rien de plus doux dans la vie que la paix ; et il faut se souvenir que la haine du plus petit animal, ne fût-il qu'une fourmi, est capable de nuire quelquefois, mais qu'elle ne sçauroit être utile à rien. Je ne refuserois pas même l'amitié de Voetius, si je croyois qu'il me l'offrît de bonne foy. »

(1) Nous avons rendu compte des trois premiers volumes dans la Revue des Questions scientifiques d'avril 1898, de juillet 1899 et de juillet 1900.

Le fils de Voetius, peu satisfait de l'arrêt, publia un libelle contre les juges de Groningue sous le titre de *Tribunal iniquum*, auquel Descartes crut devoir répondre. Ce n'en était pas moins une affaire finie, et l'on ne trouve plus ensuite à ce sujet qu'une brève allusion dans une lettre à Huygens du 4 août 1645.

Au point de vue du développement des œuvres de Descartes, il n'y a guère à noter que la publication des *Principia philosophiæ*. Après de nombreux retards, causés surtout par le graveur des figures, le livre parut dans le courant de 1644, et l'on voit l'abbé Picot et Mersenne en faire la distribution aux amis du dehors, attendant l'arrivée de Descartes à Paris pour lui laisser la satisfaction de l'offrir lui-même à ceux de la ville.

Bien que Gassend ait vivement critiqué les *Principes*, ils paraissent avoir soulevé peu d'orages, bon nombre de Jésuites en ayant félicité Descartes. Ils eurent d'ailleurs l'honneur d'être célébrés en vers latins par Huygens, dans ses *Momenta desultoria* (1). Clerselier envoya à Descartes de nombreuses objections de Le Comte, conseiller du Roi, accompagnées de réponses dues à l'abbé Picot (p. 452), et le philosophe compléta ces réponses (p. 475).

Les *Principes* furent traduits aussitôt en français par l'abbé Picot. Les *Méditations*, traduites aussi, mais par le duc de Luynes et pour sa propre satisfaction, furent ensuite également publiées en français.

Dans cette période de son existence, le correspondant de Descartes qui l'occupe le plus est la princesse Élisabeth. Il lui adresse d'abord des consolations alors qu'elle est malade, et il lui recommande de s'attacher aux idées gaies, auxquelles il attribue une très heureuse influence sur la santé. Nous ne pouvons d'ailleurs qu'indiquer sommairement les sujets traités dans cette correspondance : de la vie heureuse, de la conduite de la vie, des passions, de l'infinie puissance de Dieu, du *Prince* de Machiavel.

Enfin quelques lettres échangées avec Chanut, qui venait d'être nommé ambassadeur en Suède, introduisent la personnalité de Christine. A propos de cette correspondance, nous ne pouvons omettre de signaler une belle et longue lettre du 1er février 1647, où, sur la demande de Chanut, Descartes discute les trois questions suivantes : *Ce que c'est que l'amour. Si la seule lumière*

(1) Page 658 ; voir aussi, p. 664, des vers sur le *Cogito, ergo sum* et sur la physique cartésienne.

naturelle nous enseigne à aimer Dieu. Lequel des deux dérèglements et mauvais usages est le pire, de l'amour ou de la haine ?

Après avoir indiqué les principaux événements de la vie de Descartes pendant la période à laquelle répond le tome IV de sa Correspondance, ainsi que les principaux destinataires de ses lettres, mentionnons brièvement les principaux sujets d'ordre scientifique qu'il aborde.

Nous trouvons d'abord, dans une lettre à Élisabeth, une solution raisonnée du problème du cercle tangent à trois cercles, et nous y voyons d'ailleurs que la princesse palatine avait résolu ce problème (p. 38).

D'autre part, nous voyons Descartes, dans une lettre à un inconnu, de juin 1645, recommander le problème des trois bâtons comme particulièrement propre à exercer l'art de démêler les équations : *Tres baculi erecti sunt ad perpendiculum, in horizontali plano, ex punctis A, B, C. Et baculus A est 6 pedum, B 18 pedum, C 8 pedum, et linea AB est 33 pedum. Et unâ atque eâdem die extremitas umbrae solaris, quam facit baculus A, transit per puncta B et C ; extremitas umbrae baculi B, per A et C : et ex consequenti etiam baculi C, per A et B. Quæritur in quânam poli altitudine, et qua die anni id contingat. Et supponimus illas umbras describere accurate conicas sectiones, ut quaestio sit Geometrica, non Mechanica.*

Dans une lettre adressée encore à un inconnu vers la fin de la même année (p. 342), nous le voyons approuver pleinement une réfutation donnée par Pell d'une prétendue quadrature du cercle due à Longomontanus. On y voit qu'il regarde toutes les quadratures comme fausses, mais sans parler d'aucune réfutation générale démontrant l'impossibilité de toute quadrature : on sait qu'il était réservé à Hermite de donner une telle réfutation.

Quoi qu'il en soit, les mathématiques pures occupent une faible place dans le volume : mais un très important problème de mécanique y fait l'objet de vives discussions : c'est la détermination de la longueur du pendule simple synchrone d'un corps quelconque suspendu par l'une de ses extrémités. Il n'y a pas moins de seize lettres où est discutée cette question du *centre d'agitation*, comme dit Descartes. La discussion s'échauffe d'ailleurs, car Roberval s'y trouve mêlé. Aucun des deux du reste ne sut bien résoudre le problème, mais M. Tannery remarque que Descartes ne reculait pas, à cette occasion, devant un problème de sommation qu'à cette époque personne n'eût été capable de résoudre exactement.

On voit naturellement reparaître les éternels problèmes de la communication des mouvements et de la chute des corps, mais sans qu'il en résulte rien de bien nouveau. Notons seulement que Descartes, qui, à l'occasion du pendule synchrone expliquait par la résistance de l'air tous les écarts entre l'expérience et sa théorie, juge cette même résistance tout à fait incapable de produire la différence entre les vitesses d'un corps lancé verticalement au moment de son départ et à celui où il repasse par le même point.

En physique, nous devons citer tout particulièrement un projet d'épinette fondé sur une division de l'octave en dix-huit parties. Clerselier ayant négligé de reproduire les nombres correspondant aux divers intervalles de ce clavier, M. Tannery les a restitués en partant des indications données par Descartes. Il en donne ainsi l'idée :

" Considérons le schème suivant, qui comprend en fait toutes les notes désignées par Descartes :

fa♯ *ut*♯ SOL♯ RE♯
sol *re* *la* *mi* SI FA♯
si♭ *fa* *ut* SOL RE
re♭ *la*♭ *mi*♭ SI♭

„ Chaque ligne horizontale y présente de gauche à droite une succession de quintes montantes ; entre deux consécutives de ces quintes, la note intermédiaire supérieure donne l'accord parfait majeur, et l'inférieure l'accord parfait mineur. On voit qu'il y a une différence essentielle entre le *fa dièse* considéré comme quinte du *si naturel* (système diatonique) et le *fa dièse* considéré (système de la gamme moderne) comme le *fa naturel* haussé de façon à passer de l'accord parfait mineur *re fa la* à l'accord parfait majeur *re fa*♯ *la*. La différence des deux notes n'est à la vérité que d'un *comma ;* mais, pour suivre Descartes, nous sommes obligés de les distinguer, ce que nous avons fait en représentant par des majuscules la plus élevée des deux notes. „

La même distinction s'applique d'ailleurs aux deux notes naturelles doublées par Descartes.

A titre de curiosite, nous citerons le passage suivant d'une lettre à Mersenne en date du 26 avril 1647 : " Vous m'auez aussy proposé vne question, pourquoy, lorsque le poisson est cuit, on peut toucher le fonds du chaudron sans se brusler, et que le

mesme n'arriue pas lorsque le poisson n'est pas encore cuit. Mais, ayant voulu voir si cette experience que vous suposiez tres certaine, estoit vraye, i'ay trouué que, soit que le poisson fust cuit, soit qu'il ne le fust pas, pendant que l'eau estoit bouillante, le fonds du chaudron estoit tousiours egalement chaut, mais que sa chaleur n'estoit pas si grande qu'on ne le pust toucher de la main. „

Qui oserait dire après cela que Descartes tranchait les questions *à priori*, sans les soumettre à l'expérience ? A ce propos, nous citerons un passage intéressant d'une lettre adressée à l'anglais Boswell :

“ Quantum ad materiam subtilem, verum est me non probare illam *a priori* ; cum enim non esset mihi animus totam Philosophiam in eiusmodi libro (1) tractare, necesse habui alicunde ordiri, atque ideo scripsi me illam supponere. Verùm contendo in Diopt. et Meteor. plusquam quingentas rationes esse quae illam probent *a posteriori* ; hoc est, me explicare plusquam quingentas difficultates, quae explicari sine illâ nequeunt, ita vt, perlectis omnibus, sperem te mecum idem existimaturum. — Rem perfecte sciri argumento est, cum eius explicatio valde breuis, et generalis, et distincta potest exhiberi : vt è contra, si addantur plura superuacanea, et particularia, et implicita, ignorantiae indicium est „ (p. 689).

Au sujet de la psychologie expérimentale, nous citerons une simple indication sur l'hypnotisme des poules, en raison du principe d'explication qui ne peut manquer de faire plaisir aux adeptes de l'École de Nancy :

“ Il y a long tems que i'ay aussy vû faire vne experience pareille a celle que vous me mandez d'vne poulle ; car en luy faisant quelques lignes du bout du doigt deuant ses yeux, on arestoit tellement son imagination qu'elle demeuroit immobile „ (Lettre à Mersenne du 2 novembre 1646).

Nous pourrions continuer longtemps à glaner ainsi dans la Correspondance de Descartes : mais nous devons en avoir encore deux volumes, et il convient de se limiter.

G. Lechalas.

(1) *Discours de la Méthode.*

VII

La question de l'habitabilité des mondes *étudiée au point de vue de l'Histoire, de la Science, de la Raison et de la Foi* par R. M. Jouan, ancien professeur de philosophie, de sciences mathématiques. physiques et naturelles. Un vol. in-8° de VII-478 pages. — Chez l'auteur, à Yffiniac (Côtes du Nord) ; 1900.

Bien qu'il y ait passablement d'érudition scientifique dépensée dans ce volume, c'est plutôt un plaidoyer ardent par un adepte convaincu qu'une véritable œuvre de science.

La division de l'ouvrage en quatre parties est indiquée par le titre même.

Dans la première, la critique historique fait défaut, des témoignages et des rapprochements de valeur très inégale ou nulle y étant associés sans discernement suffisant, et la manière dont l'auteur utilise l'histoire de l'astronomie montrant qu'il n'en a pas une connaissance vraiment approfondie.

La seconde et la troisième parties, où se rencontrent d'ailleurs bon nombre de données scientifiques utiles et quelques citations heureuses, reposent tout entières, comme argumentation, sur deux paralogismes :

1° Ce qui est possible *in abstracto* est par là même probable et quasi certain *in concreto*.

2° Dieu, qui ne fait rien en vain, n'a pu créer des mondes autres que le nôtre que pour les faire servir d'habitation à des êtres corporels doués d'intelligence comme nous.

Le premier paralogisme se réfute de lui-même. Le nombre des possibles abstraits est infini ; celui des créatures concrètes est nécessairement limité. Il ne suffit donc pas qu'une chose soit possible et vraisemblable pour être probable ou certaine.

Le second argument, plus spécieux, n'est pas plus solide au fond. De ce que Dieu ne fait rien en vain, il ne s'ensuit pas que la création des astres ne puisse avoir d'autre but, dans la pensée divine, que d'y mettre des habitants et des habitants semblables ou analogues à nous. Les vues de Dieu sont infinies comme Lui-même et dépassent nos conceptions.

La quatrième partie de l'ouvrage est la meilleure. Elle a pour but de montrer, aussi bien à l'égard des partisans de la thèse de la pluralité des mondes qui prétendent y trouver une arme contre nos dogmes, que contre les croyants qui la repoussent

pour ce motif, que cette thèse n'intéresse en rien les dogmes de l'Incarnation et de la Rédemption, ou plutôt qu'elle ne présente avec eux aucune espèce d'incompatibilité.

Et toutefois l'auteur, qui ne connaissait pas sans doute le bel exposé du P. Monsabré sur ce sujet (1), ne s'en est pas servi. Il affaiblit plutôt sa thèse, en présentant comme " peu convenable " la magnifique pensée qui, dans la conjecture de nombreuses humanités sidérales, étend à toutes, sans exception, les mérites infinis du sang de Jésus-Christ répandu sur le Calvaire pour la rédemption de l'humanité adamique. Il lui préfère l'hypothèse bien autrement inadmissible — et celle-ci même pouvant être jugée inconvenante — de plusieurs incarnations du Verbe de Dieu. Et cela montre combien il est dangereux de se lancer dans des hypothèses sans fin.

Au demeurant, l'*Habitabilité des mondes* est un livre curieux, contenant des aperçus originaux ou intéressants, mais d'une logique peu serrée et où un ton et des ardeurs de polémique tiennent lieu de déductions rigoureuses. Ce livre pourra offrir un délassement au lecteur, il ne fera point avancer d'un pas le problème jusqu'ici insoluble de la pluralité des mondes.

C. DE KIRWAN.

VIII

LES PREUVES DU TRANSFORMISME *et les enseignements de la doctrine évolutionniste. Conférences faites à l'Université populaire d'Annecy* par le docteur GUSTAVE GELEY, ancien interne des hôpitaux de Lyon. Un vol. in-8° de 288 pages. — Paris, Alcan, 1901.

Disciple d'un maître qu'il " vénère ... lequel n'est autre que le fameux professeur d'Iéna, Hæckel, savant très sectaire, au moins aussi sectaire que savant, M. le Dr Geley se sépare cependant de son " vénéré " maître en un point. Celui-ci, matérialiste jusqu'au bout et conséquent avec lui-même, nie carrément toute survivance individuelle de l'âme humaine sur le corps qu'elle anime, ou plutôt il nie cette âme elle-même dont il ne fait

(1) *Conférences de Notre Dame* (Carême de 1889), 102e conférence, Sur le nombre des élus.

qu'une sorte de résultante des forces organiques. M. le Dr Geley, lui, admet la survivance des âmes, mais c'est à la façon spirite, par transmigration, et il remplace le franc athéisme hæckélien par un panthéisme qu'il n'est pas nécessaire de presser beaucoup pour le réduire à l'athéisme pur : " Dieu est tout ce qui est ; et tout ce qui est, est une parcelle de Dieu. „ Autrement dit, Dieu n'est que l'ensemble des êtres dont se compose l'univers, c'est la collectivité universelle, c'est par conséquent l'absence même de toute divinité.

Ces premières indications suffisent pour faire pressentir dans quel esprit ont été prononcées les conférences réunies dans ce volume, et de quelle nature peuvent bien être les " preuves „ qui y sont soi-disant administrées. Il s'y agit d'un système évolutionniste fondé tout entier sur la prétendue formation *spontanée* des premiers germes organiques qui, nés sans cause, auraient évolué, également sans cause, à partir de la monère, " formée dans les eaux marines comme les cristaux dans les eaux-mères „, jusqu'aux végétaux supérieurs et à l'homme, en passant par toutes les formes intermédiaires.

Il n'y a, on le voit, rien de nouveau dans un tel exposé. L'auteur du reste n'annonce pas d'autre but que de faire de la vulgarisation — vulgarisation essentiellement malsaine, dirons-nous, car, sous une forme qui évite à dessein de paraître agressive, elle bat en brèche, par des sophismes habilement déguisés sous les artifices du langage, toutes les vérités concernant : la création qu'il nie en tant qu'œuvre d'un Dieu extérieur et personnel ; la nature humaine qu'il ne distingue pas essentiellement de l'animalité ; la marche de la philosophie et des sciences qu'il prétend bouleversée et rénovée de fond en comble par l'évolutionnisme hæckélien, etc., etc.

Propositions réfutées sans cesse, et qui n'en continuent pas moins à s'affirmer à nouveau, car l'erreur est d'autant plus tenace qu'elle est soutenue par la passion. Pour réfuter une à une toutes celles dont se compose ce livre, il faudrait lui consacrer un long article ; et nous ne ferions guère que tomber dans la redite des réfutations opposées naguère sous ce titre : *L'homme animal et l'homme social*, à un autre ouvrage d'un auteur de la même école, *L'Anthropologie et la science sociale* par le Dr Paul Topinard (1). Encore pourrions-nous dire, à l'avantage de ce dernier, que nous avons cru y trouver un certain accent de sincérité,

(1) Rev. des Quest. scient., octobre 1900.

tandis que le caractère qui nous frappe dans les prétendues *Preuves du transformisme*, est plutôt celui d'une bonhomie insinuante et spécieusement habile, qu'un véritable amour de la vérité.

C. DE KIRWAN.

IX

L'ART DE DÉCOUVRIR LES SOURCES, par l'abbé PARAMELLE : 4e édition, revue, corrigée et augmentée ; in-8o, 423 pages. — Paris, Baudry et Cie.

L'abbé Paramelle, ému des maux sans nombre que la disette d'eau causait tous les ans dans le département du Lot, où il fut appelé en 1818 à desservir une succursale, s'adonna pendant neuf années à l'étude de la géologie et de l'hydrologie, puis pratiqua avec grand succès l'art de découvrir les sources. En 1856 il publia le fruit de ses études et d'une expérience de plus de vingt-cinq années. Son livre eut une vogue extraordinaire : il fut immédiatement traduit en allemand et, quelques années plus tard, en espagnol ; l'auteur lui-même en publia une seconde, puis une troisième édition ; il en a paru récemment une quatrième édition.

Toute la théorie hydroscopique de l'abbé Paramelle est basée sur la configuration extérieure ainsi que sur la constitution et la structure intérieure des terrains. Aussi les premiers chapitres du livre sont ils consacrés aux définitions relatives à ces objets.

L'auteur appelle *source*, non pas seulement l'eau qui sort de terre pour couler à découvert, mais tout cours d'eau souterrain, depuis son origine jusqu'à son issue à la surface. Par *fontaine*, il entend un bassin peu profond, tenant en réserve une certaine quantité d'eau de source.

Les sources, de même que les cours d'eau superficiels, ont pour origine les météores aqueux et principalement les pluies. Leur abondance dépend surtout de la perméabilité du terrain.

Sont imperméables les roches massives (porphyres, quartzites, schistes, etc.) non fissurées, ainsi que les argiles ; sont perméables les roches massives (phyllades, grès, calcaires, craies, etc.) fendillées, ainsi que les roches détritiques, sablonneuses, calcareuses, etc.

Les filets et veines d'eau qui se forment dans les montagnes et collines perméables, descendus sur les couches imperméables, se partagent sous terre de la même manière que les eaux pluviales à la surface ; le faîte extérieur indique et suit assez exactement la ligne qui sépare les eaux souterraines, et le thalweg souterrain coïncide généralement avec le thalweg superficiel. Toutefois, dans des cas exceptionnels, lorsque les roches composant les deux coteaux sont à stratification concordante et que les assises de l'un des coteaux, à pente relativement douce, vont plonger sous les assises du coteau opposé à pente plus rapide, le cours d'eau peut abandonner le thalweg que forment les deux coteaux, glisser sous les strates du coteau le plus rapide et passer dans le vallon voisin.

Sur la ligne que parcourt une source sous terre, les points où elle a les moindres profondeurs sont : 1° le point central du premier pli de terrain où se réunissent sur la plage élevée tous les filets d'eau qui forment son commencement ; 2° le centre du cirque où elle commence ; 3° le bas de chaque pente du thalweg visible ; 4° l'approche de son embouchure.

Les points où les sources ont la plus grande abondance d'eau sont les pieds des descentes, c'est-à-dire les bas des pentes des thalwegs, parce que ces pentes ou descentes sont ordinairement constituées par des bancs de terrains relativement durs que l'eau traverse par des orifices étroits.

Les sources se répandent en *nappes* souterraines plus ou moins larges d'eau courante dans les plaines, lorsque ces sources sont très considérables et que le sous-sol de ces plaines comprend une couche de galets, gravier ou sable reposant sur une couche imperméable.

Les sources ne se trouvent pas seulement aux thalwegs des vallées, vallons, gorges, etc. ; mais elles peuvent aussi se rencontrer sur les plateaux supérieurs des montagnes et collines de toute hauteur, ainsi que sur les coteaux.

Pour fournir des sources, les plateaux doivent être faiblement inclinés et recouverts de terrains perméables reposant sur une couche imperméable. L'importance des sources sur les plateaux est évidemment proportionnelle à l'étendue de ceux-ci.

En ce qui concerne les coteaux, il faut se rendre compte tout d'abord de l'inclinaison des assises du terrain. Si cette inclinaison est telle que l'eau descende entre les strates et soit amenée vers l'intérieur, comme il arrive le plus souvent sur les coteaux à pente rapide, où les têtes des assises sont même parfois dis-

posées en forme de gradins, on ne doit pas y chercher de sources : les eaux pluviales qui tombent de ce côté vont à travers l'épaisseur de la montagne à l'autre versant, à celui dont la pente est plus douce, à moins que, par exception, des fractures ou des changements d'inclinaison des couches ne les fassent rétrograder pour venir sourdre au pied du coteau le plus rapide.

Lors même que l'inclinaison des couches est favorable, ainsi que la nature du terrain, les coteaux à pente rapide ne peuvent renfermer que des filets d'eau de peu d'importance. Toutefois, de fortes sources peuvent sourdre aux pieds de ces coteaux lorsque ceux-ci sont composés de terrains désagrégés.

Sur les coteaux, il faut rechercher les sources dans les rides ou sillons et, de préférence, aux endroits où les pentes s'adoucissent.

Les points des versants où les sources cachées sont le plus nombreuses, le plus abondantes, le moins profondes, où leur présence est le mieux caractérisée, sont dans la ligne côtière, c'est-à-dire dans la ligne d'intersection du coteau avec la plaine basse, aux sommets des angles rentrants qui coïncident avec les bas des plis de terrain des coteaux.

D'une manière générale, pour qu'un terrain soit favorable à la découverte des sources, il faut qu'il y ait à la surface une couche perméable de quelques mètres d'épaisseur et, sous cette couche perméable, une couche imperméable convenablement inclinée.

Toutes choses étant supposées égales, les pays montagneux, recevant plus de pluie et étant généralement plus boisés, sont les plus favorables à la production de sources.

Les plateaux des terrains primitifs et des terrains de transition (phyllades, eurites, poudingues, arkoses, grauwackes, grès, psammites, schistes, calcaires, etc.) recouverts de roches détritiques ou composés de roches fissurées, renferment des sources très nombreuses, peu éloignées l'une de l'autre, mais toutes d'un faible volume.

Dans les terrains secondaires, les sources visibles ne sont pas aussi multipliées, mais elles y sont plus volumineuses : c'est de ces terrains que sortent les plus grandes sources connues. Les terrains secondaires où l'on découvre généralement le plus de sources sont d'une part les calcaires, les tuffeaux, les macignos, les marnes vertes : d'autre part, les argiles entrecoupées de lits de sable.

Les grès et les sables tertiaires sont encore des terrains favo-

rables à la production de sources lorsqu'ils se trouvent dans des positions convenables.

Les terrains d'alluvion et d'atterrissement offrent des nappes et des courants d'eau nombreux et puissants, surtout lorsqu'ils sont entrecoupés de couches imperméables et peu inclinées.

Certains terrains sont défavorables à la découverte des sources à raison de leur constitution, savoir : les terrains primitifs compacts et non recouverts de roches perméables, quelques calcaires (calcaires à bétoires, calcaires à grottes, calcaires cellulaires, dolomies), les terrains volcaniques et quelques terrains friables (argile, craie, marne, terrains diluviens).

Dans les calcaires à bétoires ou à grottes et dans les calcaires cellulaires, les sources se trouvent généralement à une trop grande profondeur. Quant à la dolomie, son imperméabilité et la disposition verticale de ses fissures la rendent peu propre à la formation de sources.

Les terrains volcaniques, d'une extrême porosité, se présentent généralement sur une trop grande épaisseur pour qu'on puisse y découvrir des sources à une profondeur ordinaire.

L'argile imperméable, lorsqu'elle se trouve en couche épaisse, est évidemment défavorable à la recherche des sources.

La craie, à raison de son extrême perméabilité et de la grande épaisseur de ses couches, ne recèle généralement des sources qu'à une grande profondeur.

La marne, tenant de l'argile et de la craie, présente souvent les mêmes inconvénients.

Les terrains diluviens sont généralement désagrégés, sans stratification, parfois d'une grande épaisseur, déposés sans aucun ordre, et n'offrant que peu de dépressions à la surface, leur porosité est excessive ; les couches d'argile y sont rares, peu étendues et souvent assez profondes. Sous ces terrains, il y a presque partout des nappes d'eau qui se déversent à la rivière voisine.

D'autres terrains sont privés d'eau à cause de leur disposition ou de leur désagrégation.

Ceux dans lesquels on ne doit pas chercher d'eau à cause de la disposition de leurs assises, sont : 1° les coteaux qui présentent les têtes des strates et ceux dont les assises reposent sur leurs tranches ou offrent une inclinaison de plus de 45 degrés ; 2° les roches qui sont découpées de haut en bas par des crevasses à peu près verticales.

Les terrains dans lesquels on ne doit pas chercher d'eau à

cause de leur désagrégation, sont : 1° ceux qui proviennent d'affaissements ou écroulements dans des cavités existantes ou formées par des cours d'eau souterrains (particulièrement terrains calcaires) ; 2° ceux qui proviennent d'éboulements et glissements sur les pentes des montagnes. La grande épaisseur de ces terrains, leur extrême porosité, l'incohérence et le désordre de leurs parties, ne permettent de rien conjecturer sur leur composition ni sur leurs dispositions intérieures.

L'auteur traite aussi des sources minérales, thermales ou intermittentes, des qualités des eaux, de la filtration des eaux bourbeuses.

Il s'occupe ensuite des travaux à exécuter pour mettre les sources à découvert : 1° conduite hors de terre et établissement de fontaines artificielles à distance de la source, 2° établissement de fontaines sur place ; 3° creusement de puits ordinaires, avec pompes, bascules, tours ou poulies ; 4° forage de puits artésiens.

Enfin il indique les moyens de suppléer au défaut de sources :

1° Les puits à filtration, recevant les eaux de pluie par stillation ou suintement, sur les plateaux à superficie plane, constitués par des terrains sablonneux, du granite, du porphyre, des grès, des calcaires, etc., à assises horizontales ;

2° Les puits le long des cours d'eau ;

3° Les citernes à eau pluviale, recevant l'eau des toits ou celle de terrains gazonnés, dans les régions absolument privées d'eaux de source et dans celles où l'on ne trouve que des eaux impures (landes, basses plaines, plages maritimes, terrains marécageux) ;

4° Les mares ou creux pratiqués dans la terre pour recevoir les eaux pluviales. L'eau des mares est impropre aux usages domestiques.

Telle est, dans ses grandes lignes, l'œuvre de l'abbé Paramelle. Sa théorie, il le reconnaît lui-même, ne laisse pas de présenter un certain côté aléatoire ; mais il affirme avoir, en l'appliquant durant de longues années et dans plus de trente mille localités différentes, réussi dans les onze-douzièmes des cas.

J.-B. A.

X

Recherche des eaux potables et industrielles, par H. Boursault ; petit in-8°, 200 pages (Encyclopédie scientifique des aide-mémoire). — Paris, Gauthier-Villars et Masson, 1900.

C'est une étude consciencieuse, faite par un homme technique d'une remarquable compétence et basée tant sur des observations personnelles que sur les faits consignés dans l'ouvrage de l'abbé Paramelle et dans des publications de Belgrand, Daubrée, Martel, Debauve, Bechmann, Gosselet et autres, relatives à diverses questions d'hydrologie.

Voici un aperçu de quelques-unes des principales considérations qui se trouvent développées dans cet intéressant ouvrage.

Pour qu'il y ait, en un endroit donné, une eau souterraine utilisable, il faut que le terrain, par sa perméabilité et la disposition de ses couches, constitue en cet endroit un réservoir où l'eau circule et s'accumule, et qu'il y existe ou qu'on puisse y créer des orifices de puisage.

Les graviers et les gros sables sont les types des roches perméables ; l'argile est le type de la roche imperméable ; les sables fins, ainsi que les sables, alluvions et limons argileux, sont peu perméables. Les roches compactes sont imperméables par elles-mêmes ; mais les roches tendres très fragmentées, comme les terrains crayeux, sont perméables dans leur ensemble à raison des nombreuses fissures qu'elles présentent ; il en est de même de certaines roches dures, telles que les calcaires, les grès ou les granites, traversées par de larges fractures. Parmi les roches fragmentées, on distingue celles dont les fissures sont restées libres et celles dont les cavités sont remplies plus ou moins complètement de matériaux détritiques ou d'éléments déposés par les eaux ; dans ces dernières, la perméabilité dépend évidemment de la nature des matériaux de remplissage.

Les eaux météoriques descendent sous l'influence de la pesanteur dans les terrains perméables jusqu'à ce qu'elles rencontrent une couche imperméable ; elles s'y accumulent et s'y élèvent jusqu'à un certain niveau, suivant les dispositions des couches du terrain et la hauteur des points d'écoulement. L'ensemble de la masse d'eau accumulée constitue une *nappe*.

La nappe est dite *libre* ou encore *superficielle* si son niveau hydrostatique peut s'élever librement sans rencontrer dans son

ascension aucune couche imperméable. Une nappe libre peut être atteinte en tous points par des *puits ordinaires*. Si l'épaisseur de la nappe étant grande ou son support imperméable étant relativement élevé, sa surface hydrostatique s'élève jusqu'au niveau du sol en quelques points, elle y donne lieu à des écoulements naturels appelés *sources*. On distingue les sources *par émergence*, au fond des vallées et sur les plateaux, et les sources *par déversement*, sur les flancs des vallées. Les premières, lorsqu'elles sont à large surface, constituent des *étangs* ou des *lacs*.

Les parties supérieures des nappes libres, relativement voisines des sources, sont celles où l'eau se renouvelle le plus rapidement. Dans les parties inférieures, il peut exister des points où le renouvellement est très faible ou même nul, parce qu'il ne peut avoir lieu que souterrainement, dans d'autres nappes ou à la mer. Cette différence de circulation a une très grande importance au point de vue de la qualité de l'eau prise dans une même nappe libre à diverses profondeurs.

Quand le terrain perméable est compris, au moins sur une certaine étendue, entre deux couches imperméables, et que la nappe ne peut, entre ses points d'alimentation et d'écoulement, s'élever au-dessus du toit, elle est dite *captive*. Si la nappe aboutit latéralement au flanc d'une vallée, il s'y produit une source de déversement. Si dans le toit il se forme une fracture naturelle ou qu'on y exécute un forage, l'eau s'y élève jusqu'au niveau hydrostatique de la nappe : lorsque l'eau s'élève ainsi au-dessus de la surface du sol, on a une sorte de source d'émergence, dite *jaillissante*, et la nappe est dite *artésienne*.

Les nappes d'eau sont parfois désignées soit par le nom géologique du terrain perméable qui les contient, soit par celui de la couche imperméable qui les supporte. Ce dernier système est préférable, et encore ne peut-on employer ces désignations qu'à titre local. L'indication des terrains perméables dans lesquels circule une eau doit également être donnée, à raison de l'influence de la nature de ces terrains sur la qualité de l'eau.

Parmi les cours d'eau, il faut distinguer les cours torrentiels, ceux de nappe et les cours d'eau mixtes.

Certains cours d'eau se perdent en passant sur des terrains perméables ; ils peuvent alors, ou bien se mêler à une nappe et réapparaître sous forme de sources de cette nappe, ou bien réapparaître sans mélange après un parcours souterrain plus ou moins long.

La plupart des dépressions du sol, après avoir été la cause première de la direction de l'écoulement des eaux, ont été ultérieurement augmentées et transformées en vallées plus ou moins profondes par cette circulation même. Mais certaines vallées ont pour origine principale, non pas une érosion superficielle, mais un effondrement ou un affaissement sous l'influence d'une circulation particulièrement active de l'eau souterraine. Pareil effondrement est donc un indice précieux de l'abondance de la nappe aquifère.

La recherche des eaux souterraines doit être basée sur la connaissance aussi parfaite que possible des nappes aquifères. Une nappe aquifère est définie par ses affleurements (sources) et par les ondulations de son support imperméable ; en cas de nappes captives, par la position du toit et par le niveau piézométrique ; enfin par l'importance de l'absorption dans toute l'étendue du bassin d'alimentation et par le débit des sources et des puits.

Il importe de toujours capter les sources au delà de la zone d'altération, aussi loin que possible dans la nappe elle-même, par galeries, par puits ou par forages. Des travaux de captage peuvent être exécutés dans le but de réunir plusieurs sources en un point déterminé, pour augmenter le débit de l'une au détriment des autres ; mais il n'est pas possible d'augmenter d'une façon permanente par des travaux spéciaux le débit d'une source ou d'un ensemble de sources. Ce débit, pour pouvoir être exactement apprécié, doit faire l'objet d'une série de jaugeages effectués en diverses saisons.

Le choix entre l'exécution d'un *puits ordinaire* de section relativement grande et celle d'un *forage* (puits instantané, puits tubulaire) de diamètre restreint, dépend de la profondeur à atteindre et aussi du débit. Les puits ordinaires offrent l'avantage de constituer une réserve d'approvisionnement, qu'on augmente parfois en y adjoignant des *galeries de réserve* de capacité plus ou moins grande. Quand la perméabilité du terrain est due à des fractures, il y a souvent intérêt à percer des *galeries de captage*, de longueur plus ou moins grande, qui servent en même temps de galeries de réserve. La valeur d'un puits ou d'un forage est donnée par le *niveau statique* de l'eau en différentes saisons et par la *dénivellation* sous l'influence d'un débit déterminé.

J.-B. A.

XI

QUAESTIONES DE JUSTITIA *ad usum hodiernum scholastice disputatae ab* A. VERMEERSCH E S. J., Doctore juris et scientiarum politicarum, Lovanii in Collegio maximo S. J. professore Theologiae moralis et Juris canonici. Opus auctum litteris Illustrissimi Episcopi Brugensis ad scriptorem. In-8° de XXI-661 pages. — Bruges, Beyaert, 1901.

Mgr l'évêque de Bruges a justement caractérisé l'œuvre du R. P. Vermeersch en signalant la profondeur de sa doctrine, la perspicacité des jugements qu'il y porte et l'opportunité manifeste de la publication. Nous n'avions pas été habitués jusqu'ici, en effet, à voir traiter avec une science si magistrale et une modération si méritoire les matières qui font l'objet des plus ardentes controverses actuelles.

L'auteur n'a pas essayé de donner un traité complet *de jure et justitia* : il a volontairement fait un choix des questions que les difficultés soulevées par les polémiques quotidiennes ont démontré les moins étudiées, et par conséquent les plus urgentes à approfondir. S'appuyant toujours sur les principes les mieux assis, guidé par les grandes encycliques de Léon XIII, sans souci de flatterie pour les personnes, le P. Vermeersch procède suivant la méthode scolastique, à laquelle il emprunte son impeccable précision, tout en se montrant essentiellement moderne par sa merveilleuse information des publications récentes et des documents puisés aux meilleures sources. Exactitude dans les définitions, solides développements doctrinaux, larges et originaux aperçus, et par dessus tout, un profond respect des adversaires : telles nous semblent être les qualités principales qui apparaissent dans chacune des divisions où sont successivement examinés les sujets suivants : 1° De la vertu de justice; 2° Justice légale et justice distributive; 3° Droit de suffrage, impôts, devoir militaire; 4° Injustice et restitution; 5° Le socialisme et la propriété privée; 6° Privilège du possesseur (prescription, etc...), 7° Des contrats en général; 8° Échange et juste prix; 9° " Mutuum " et usure; 10° Location des services (juste salaire, etc..); 11° De l'équité; 12° De la reconnaissance.

Une riche bibliographie, un index onomastique et une table alphabétique très détaillés complètent cet excellent ouvrage qui

vient à point pour combler une lacune regrettable et ne manquera pas de rencontrer le meilleur accueil à la fois auprès des plus compétents spécialistes et dans le monde des étudiants laïcs et ecclésiastiques.

Dr G. Peries.

Rectification. — Une erreur typographique a rendu incomplet, dans notre livraison du 20 juillet dernier, page 281, un passage du compte rendu du livre de M. Naville sur la *Classification des sciences*. Il est dit, à la ligne 15, que la Théorématique se divise en quatre groupes particuliers et il n'en est énuméré que trois : 1° La *Nomologie*. 2° Les *Sciences mathématiques*. 3° Les *Sciences psychologiques*. Entre celles-ci, qui forment le quatrième groupe et non le troisième, et le groupe précédent, il faut intercaler les *Sciences physiques* comprenant la Mécanique, la Physique, la Chimie, la Biologie.

REVUE

DES RECUEILS PÉRIODIQUES

SYLVICULTURE

Les forêts et la régularisation des cours d'eau. — En un article paru dans l'ÉCONOMISTE FRANÇAIS des premiers jours de mars 1901, M. Pierre Leroy-Beaulieu constatait que la consommation annuelle de charbon de terre, sur l'étendue du monde entier, est de 800 millions de tonnes. Par le fait même du développement et des progrès de l'industrie, un tel chiffre tendra plutôt à s'accroître qu'à se restreindre. D'où cette conséquence fatale que, dans un avenir plus ou moins éloigné mais certain, le précieux combustible sera épuisé et fera défaut, sa formation étant ancienne et ne se renouvelant pas.

Sera-ce la sylviculture qui pourra subvenir à ce déficit? A supposer que l'exploitation abusive ou pour mieux dire destructive des forêts dans la grande majorité des pays forestiers du monde entier soit enrayée d'ici là, et que la pénurie des bois ne fasse pas un jour la contre-partie de celle des charbons, il est bien évident que le charbon de bois ne saurait rendre les mêmes services que les charbons minéraux. D'ailleurs, en admettant le concours de toutes les circonstances les plus favorables possibles, jamais les forêts du monde entier ne pourraient produire indéfiniment 800 millions de tonnes de charbon par an.

Mais les forêts, au moins celles des pays de montagne, pourraient contribuer indirectement à pallier les effets du manque de charbon. Les chutes d'eau représentent une quantité d'énergie considérable dont peut s'emparer l'électricité pour la transporter à distance ; et l'électricité, dans une foule de cas, remplace

avantageusement la vapeur, pour laquelle est nécessaire la combustion du charbon. Or, l'état boisé des sommets et des versants montagneux entretient, régularise, parfois même fait naître les cascades, les rapides, les cours d'eau, dont l'origine première ou principale provient des glaciers qu'on a, pour ce motif, baptisés du nom de *houille blanche*.

Les peuplements forestiers, au-dessous des glaciers, sont indispensables pour la régularité et la continuité des chutes et cours d'eau, en répartissant, aménageant les eaux descendues des sommets supérieurs, retenant leur surabondance pour la laisser s'écouler seulement en temps utile.

La section de sylviculture, lors de la dernière session de la Société des Agriculteurs de France, a étudié cette question au point de vue du reboisement des montagnes du Limousin (1). D'intelligents propriétaires de cette région se sont appliqués, depuis une trentaine d'années, à cette tâche aussi avantageuse à leur intérêt particulier bien entendu qu'à l'intérêt général, et les résultats obtenus jusqu'ici seraient des plus encourageants.

On cite notamment deux usines des départements de la Creuse et de la Corrèze qui, par des dérivations de cours d'eau de la montagne boisée, ont obtenu plusieurs milliers de chevaux-vapeur.

Les essences qui ont donné les meilleurs résultats dans ces reboisements, sont le pin sylvestre, l'épicéa ; dans les sols frais, le pin dit de Lord Weymouth *(Pinus Strobus)*; et enfin un exotique, assez bien naturalisé aujourd'hui : le sapin de Douglas *(Tsuga Douglasii)*, originaire des montagnes de la Californie et du haut Mexique.

Il serait d'une extrême importance, au point de vue de l'intérêt général, que ces travaux de reboisement fussent généralisés dans toute la région du Plateau central où pourraient ensuite s'installer de nombreux centres d'industrie.

Solidarité du régime du Nil, du Congo et du climat de l'Inde avec le régime forestier. — L'expression *régime forestier* ne doit pas être prise ici dans le sens administratif et juridique exprimant la condition légale à laquelle sont soumises les forêts régies par l'administration publique, mais dans un sens purement physique, analogue à celui de régime des eaux d'un fleuve ou d'un bassin, ou des pluies d'une région donnée.

(1) Bulletin de la session de 1901, pp. 358 et 359.

D'après une correspondance du BIRMINGHAM DAILY POST, la dernière crue du Nil, si essentielle à la prospérité de l'Égypte, serait restée, au rapport même de lord Cromer, bien au-dessous des crues précédentes. Celles-ci, elles-mêmes, étaient loin d'atteindre les niveaux enregistrés, au temps des vieux Pharaons, sur les seuils de Silsilis, dans la Haute-Égypte, et le fait qui paraît dûment établi c'est la constante décroissance de la crue annuelle. On tente bien d'y remédier par la construction d'un puissant barrage à Assouan; mais ce ne peut être là qu'un palliatif. Si les causes de cette diminution graduelle ne sont pas conjurées, le fleuve finira par ne couler plus qu'au-dessous de son niveau moyen, cessant de fertiliser sa vallée, et l'Égypte en arrivera à être réduite à la condition du Sahara où l'eau n'apparaît plus que dans quelques oasis en dehors desquelles tout est aridité et désert.

Quelles sont ces causes qu'il s'agit de conjurer?

Il est facile de s'en rendre compte par comparaison avec un fleuve sinon voisin, du moins situé sur le même continent, le Congo, et dont le lit, " *protégé par d'épaisses forêts qui condensent la pluie*, rappelle les conditions qui assuraient *autrefois* le plein flot du Nil ". Jusqu'ici les indigènes, avec leurs outils primitifs et impuissants, n'avaient pu lutter avec succès contre la vigoureuse végétation qui y règne. Mais l'Européen est venu avec son outillage perfectionné, exploitant, abattant, arrachant, ici les arbres à caoutchouc, là les arbres à bois d'œuvre, ailleurs ceux qui peuvent donner du combustible pour faire marcher railways et steamboats, ailleurs encore défrichant au profit de la culture. L'immense forêt congolaise semble inépuisable, et l'on y taille non pas " en plein drap ", mais en plein bois et en vue de bénéfices d'ailleurs énormes.

Tant que la juste proportion entre la quantité des masses boisées et le maintien d'un régime de pluies approprié au climat ne sera pas dépassée, tout ira bien et la prospérité se maintiendra. Mais si l'État libre, sur lequel repose la très majeure part de la région boisée du Congo, ne veille pas soigneusement à ce que cette juste mesure soit respectée, si la destruction ou le défrichement dépasse le minimum de surface forestière indispensable, les pluies diminueront : on se demandera pourquoi : et si le revêtement arborescent continue à disparaître, elles finiront par cesser tout à fait, appelant le fléau de la " sécheresse tropicale ", lequel alternera avec les inondations dévastatrices, que suivront les famines, *comme dans l'Inde*.

Car si les famines, dans l'Asie anglaise, sont généralement attribuées à des causes administratives et économiques, c'est par l'effet d'une connaissance insuffisante du véritable état des choses, assure le correspondant du BIRMINGHAM DAILY POST; ce sont seulement des causes secondaires, des circonstances aggravantes. La cause principale, la vraie, l'unique cause, c'est la rareté ou l'insuffisance des pluies, ou leur chute sous forme torrentielle; or, la reconstitution des forêts inconsidérément détruites, peut seule rétablir la régularité du régime des pluies.

L'exploitation sans prévoyance et sans mesure des forêts dans les régions montagneuses où coule le Nil — car il faut du combustible pour les chemins de fer, la navigation, les besoins domestiques, etc. — amènera, si l'on n'y met ordre, les mêmes suites à la domination anglaise que celles dont si cruellement souffre l'Inde.

C'est un journaliste anglais lui-même qui le constate.

Déboisement de la Tartarie par les Chinois. — La REVUE DES EAUX ET FORÊTS, sous la signature Roger Ducamp, cite fort à propos un passage de la relation du Père Huc, ce prêtre lazariste qui explora, il y a trois quarts de siècle, une grande partie de la Tartarie, immense région du nord de la Chine qui comprend principalement la Mongolie et le Turkestan. Il résulte de ses observations dans les pays qu'il a explorés, que l'extrême irrégularité des saisons, le climat désertique qui les désole sont l'œuvre des Chinois. Jusque dans la première moitié du XVIIe siècle ces pays étaient encore magnifiques; les tentes des Mongols étaient disséminées çà et là dans des vallées fertiles où abondaient les gras pâturages. Les montagnes étaient alors couvertes de belles forêts!

Vers le milieu du siècle, les Chinois commencèrent l'invasion de ces contrées par une sorte d'infiltration. Ils achetèrent à vil prix aux Mongols le droit de défricher et aussitôt se mirent à arracher les arbres; les forêts disparurent des flancs et du sommet des montagnes, et on cultiva le sol jusqu'à épuisement. Peu à peu la Tartarie à peu près entière fut envahie par les Chinois qui suivirent partout leur système de défrichement à outrance.

Depuis lors, plus aucune régularité dans les saisons. A la suite des épuisantes sécheresses du printemps propagées par des vents violents soufflant en tempête, arrivent des pluies torrentielles qui transforment les terres arables en laves boueuses, lesquelles s'écoulent par les pentes, submergeant et enlevant tout

sur leur passage, ne laissant plus guère que le sous-sol raviné, encombré de gravier, le désert en un mot. La grêle se met souvent de la partie, criblant les régions qu'elle traverse de grêlons d'une grosseur extraordinaire.

Sécheresses et inondations causent souvent des famines qui font périr en grand nombre les habitants.

Si l'on excepte quelques plantes potagères, dit le P. Huc, " les environs de Tolon-Noor ne produisent absolument rien. Le sol est aride et sablonneux. Les eaux y sont extrêmement rares. Sur certains points seulement on aperçoit quelques sources peu abondantes et qui se dessèchent à la saison des chaleurs. "

Tels sont les désastres qu'amènent les déboisements inconsidérés et excessifs. Le globe terrestre est un domaine dont la gestion a été confiée à l'homme par la Providence. Quand il gère mal, quand il *abuse* au lieu d'*user* avec modération et discernement, il en subit les lamentables conséquences.

Funestes effets du déboisement dans l'Empire russe. — Ce n'est pas seulement le P. Huc qui a constaté, dans l'extrême Orient, les effets climatériques désastreux produits par le déboisement. D'autres explorateurs, notamment Radloff, ont constaté, dans la région entre autres où sont situées les cités de Samarkand, Khiva et Kokan, que la végétation autrefois luxuriante recule progressivement.

Le Sérafschan ou Zérafchan, fleuve du sud du Turkestan russe et traversant le Bakhara, et quelques autres fleuves de ces parages, y remplissant, paraît-il, un rôle analogue à celui du Nil en Égypte, ne pourraient plus fournir avec l'abondance de jadis leur colmatage bienfaisant.

Naguère encore les rives de l'Amou-Daria entretenaient de nombreuses et florissantes colonies, et ne montrent plus aujourd'hui que les ruines de villages abandonnés et envahis par les sables. Ce puissant Amou-Daria, l'*Oxus* des Anciens, qui portait autrefois ses eaux jusqu'à la mer Caspienne, les perd aujourd'hui bien loin d'elle dans les sables du Kanat de Khiva, ne conservant qu'un mince filet qui gagne péniblement le lac d'Aral.

Les explorateurs, qui constatent cet état de choses, observant en même temps les montagnes de la région, aujourd'hui arides, sans verdure, dénudées, desséchées, autrefois ornées d'une opulente parure de forêts, rafraîchies et égayées par le murmure d'une multitude de sources et de ruisseaux, ne peuvent s'empêcher de faire une comparaison qui s'impose : la région était

riche et prospère quand le boisement des montagnes régularisait le régime des eaux qui y portaient alors la fertilité et la vie, et y sèment aujourd'hui la désolation et la ruine.

Il résulterait de cet état de choses une marche lente des sables de l'Asie centrale vers l'Europe, dont on commencerait à se préoccuper. Le niveau de la mer Caspienne, qui ne reçoit plus son contingent d'eau de naguère, s'abaisse progressivement ; et, naturellement, le Volga suit le mouvement de son niveau de baisse. Bientôt, ce roi des fleuves d'Europe verra sa profondeur insuffisante, au moins pendant les mois d'été, à assurer la navigation des bateaux allant de la Baltique aux rivages de l'Asie. Aussi, depuis près de deux siècles, un mouvement d'émigration se dessine, de plus en plus accentué, parmi les populations riveraines du grand fleuve russe qui menacerait, si l'on n'avise tandis qu'il en est encore temps, de subir le sort de l'Amou-Daria.

C'est, d'autre part, que, en Russie aussi (bien qu'en de moindres proportions que dans l'Asie centrale) de vastes massifs de forêts, par vandalisme ou spéculations effrénées, ont été détruits; d'où desséchement des sources, réduction, voire disparition de nombre de cours d'eau et de lacs, et appauvrissement de pays autrefois florissants. Ce triste état de choses serait également digne d'attention dans le bassin du Dniéper. — Bien que le déboisement ne soit pas l'unique cause de cette décadence climatérique, il y entre cependant pour une part notable, et la création de forêts dans une partie des immenses steppes de la Russie est considéré comme un efficace moyen d'action, en vue de l'obtention et de la régularisation des pluies qui amènerait celle du régime des cours d'eau. Il faudrait interrompre, par intervalles, l'immense continuité du steppe au moyen de vastes masses de forêts propres à rafraîchir les brûlantes ondes atmosphériques qui dessèchent tout sur leur passage.

Un projet dans ce sens est, paraît-il, à l'étude, et le Gouvernement impérial a commencé à donner l'exemple dans les terres appartenant à la couronne. La rapidité de croissance des essences feuillues est extraordinaire dans ces terres tout en humus et pourrait créer, en un temps relativement court, d'importantes richesses naturelles. Mais, là comme partout, on se heurte à une grosse difficulté : le pâturage ! Le steppe, couvert d'une herbe haute, épaisse, succulente, engraisse d'innombrables troupeaux. Y créer des forêts, c'est restreindre l'exercice du pâturage ; et faire comprendre aux populations pastorales la nécessité de

sacrifier quelque chose des intérêts particuliers en vue de l'intérêt général, n'est pas plus facile en Russie qu'ailleurs (1).

Les quercifages ou chênes-hêtres *(Quercus, fagus)*. — Le Bulletin de la Société centrale forestière de Belgique (2) signale deux faits fort curieux de chêne soudé à un hêtre, les deux arbres étant comme greffés l'un à l'autre.

Le premier exemple se voit dans le domaine de Meerdael non loin de Louvain, appartenant à M. le duc d'Arenberg. Un chêne et un hêtre de fortes dimensions ne forment, depuis le sol jusqu'à une hauteur de 1,60 m., qu'un seul et unique tronc, ne mesurant pas moins de 5,15 m. de circonférence, soit environ 1,65 m. de diamètre moyen, immédiatement au-dessous du point de bifurcation. La hauteur sous branches de chacun des deux arbres est de 9 mètres. Les circonférences au-dessus du point de séparation sont, pour le chêne de 3,15 m., et de 3,05 m. seulement pour le hêtre. Les deux arbres proviennent de deux brins de semis levés et ayant crû côte à côte. Tous deux paraissent en bon état de végétation.

L'autre exemple est pris dans le bois d'Averbode appartenant à M. le comte de Mérode-Westerloo. Mais ici les deux arbres sont de dimensions assez différentes, le chêne ne mesurant que 1,50 m. de circonférence et le hêtre 3 mètres. Ils se soudent une première fois sur une hauteur de 2 mètres à partir du sol; là ils se séparent, mais pour se souder encore 2 mètres plus haut, et enfin une troisième fois dans l'intérieur de la cime.

Le hêtre, ici, l'emportant en dimensions sur le chêne et le dominant, le second paraît souffrir du couvert du premier.

Ces faits nous paraissent offrir une signification plus importante que celle d'une bizarrerie ou curiosité banale.

Que deux arbres ayant crû trop près l'un de l'autre se trouvent, arrivés à un certain âge, accolés l'un à l'autre, le fait n'est pas d'une rareté extrême. S'ils sont de même essence, ils se soudent aisément l'un à l'autre (3) ; mais s'ils sont d'espèces très

(1) Cf. Forstliche naturw. Zeitschrift, traduit en français dans le Bulletin de la Société centrale forestière de Belgique, n° de mars 1901.

(2) N° de mai 1901.

(3) Le vieux châtaignier à tronc énorme que vont visiter touristes et preneurs d'eaux, aux environs d'Evian-les-bains (Hte Savoie), paraît bien être le résultat de la soudure très complète de plusieurs pieds très rapprochés de cette essence et s'étant joints de la base à la cime, d'ailleurs peu élevée.

différentes, ils pourront bien être fortement accolés l'un contre l'autre mais ne se souderont pas. Faites croître dans ces conditions un chêne et un frêne par exemple : si serrés qu'ils soient l'un contre l'autre, chacun conservera son écorce aux surfaces de contact, et la ligne de séparation des deux tiges sera très apparente à l'extérieur.

Ce qu'il y a de remarquable dans les deux exemples cités plus haut, c'est la soudure ensemble de deux arbres d'essences différentes. Il est vrai que chêne et hêtre sont de la même famille, la famille des cupulifères ou quercinées, à laquelle appartient aussi le châtaignier. Il existe même dans le parc public de Dijon, ou du moins il existait il y a une cinquantaine d'années, un châtaignier greffé sur une souche de chêne qui paraissait en état de parfaite végétation.

Voilà donc trois arbres d'aspect et de tempérament tout différents, mais appartenant à la même famille botanique, et qui sont capables de mêler et confondre leurs sèves soit par soudure ou greffe par approche, soit par greffe proprement dite.

Cette remarque peut être intéressante pour les partisans comme pour les adversaires de la transformation des espèces. Châtaignier, hêtre et chêne seraient-ils les descendants, en trois directions différentes, d'un type fossile unique (1) ?

On a pu remarquer que si, dans le second exemple de soudure du hêtre avec le chêne, ce dernier était dominé et gêné par le hêtre de dimensions beaucoup plus considérables (circonférence double), au contraire, dans le premier exemple, les deux arbres sont de dimensions à peu près égales, avec un très léger excès de grosseur en faveur du chêne. La croissance du hêtre étant, au moins après les dix premières années, plus rapide que celle du chêne, il est présumable, en présence des grosseurs respectives des deux arbres unis, que le hêtre est plus jeune que le chêne, et que celui-ci occupait déjà le sol depuis un certain nombre d'années lorsque le hêtre est venu germer " à l'abri du feuillage dont il couvrait le voisinage „, mais que le nouveau venu aura fini par atteindre. Et qui sait si, d'ici à quelque quinze ou

(1) Le Mis de Saporta fait descendre le chêne et le châtaignier du type *Dryophillum*, de la craie cénomanienne. Mais il fait remonter la forme *Fagus* à cette même craie cénomanienne (*Origine paléontologique des arbres cultivés ou utilisés par l'homme*, par le Mis de Saporta, correspondant de l'Institut. — Paris, J.-B. Baillère, 1888). Alors, si ancêtres communs il y a, quel serait celui des deux formes *Dryophillum* et *Fagus* ?

vingt ans, le hêtre ne dépassera pas le chêne en grosseur et en hauteur ?

Quand au second couple, il semble bien évident que, quand la première rencontre et soudure s'est produite, le hêtre était déjà, par l'âge et les dimensions, supérieur au chêne.

L'aoûtement des rameaux des arbres. — D'après M. Kovessi, la forme des arbres ainsi que l'emplacement des rameaux fructifères, seraient déterminés, au moins en majeure partie, par les conditions de l'aoûtement. Or, celui-ci serait plus complet et donnerait, pour l'année suivante, des fleurs et des fruits en plus grande quantité, lorsque la quantité d'eau reçue par l'arbre aurait été moins considérable.

Cette conclusion est fondée sur ce fait d'observation que les rendements abondants en fleurs et fruits se produisent dans l'année qui suit une année sèche, tandis que, au contraire, dans l'année qui suit une année humide, le rendement est sensiblement inférieur, et que, d'autre part, les bourgeons florifères sont le plus nombreux sur les rameaux fortement aoûtés, lesquels correspondent aux années sèches, les années humides ne produisant qu'une lignification imparfaite (1).

Cette remarque, sans doute, a son principal intérêt pour les arbres et plantes ligneuses produisant des fruits propres à l'alimentation, et trouve sa première application dans la taille des arbres à fruits et de la vigne. Mais elle est loin d'être sans intérêts pour la sylviculture, tant au point de vue du réensemencement naturel qu'à celui de la bonne conformation des arbres dans les peuplements forestiers.

Cellules à caoutchouc et à gutta-percha dans l'écorce du fusain. — Les fusains, arbrisseaux de la famille des célastrinés, sont très répandus dans les forêts des climats tempérés, sous les deux formes *Evonymus europaeus* et *E. latifolius*, cette dernière plus spécialement dans les climats méridionaux. Une forme exotique, *E. japonicus*, dont les feuilles sont coriaces et persistantes, est aujourd'hui très répandue dans les parcs et les jardins. C'est sous l'écorce de la tige et des racines de ce dernier, dans le liber, que M. Col a reconnu l'existence de cellules particulières contenant une substance élastique qui offre les caractères du caoutchouc et de la gutta-percha. Peu abondantes sur

(1) Comptes Rendus, 3 juin 1901.

les jeunes sujets, ces cellules le deviennent beaucoup plus à partir de la huitième année, où le cambium produit une épaisse couche annuelle de vaisseaux laticifères.

Ceux-ci, précoces dans les racines, s'y montrent dès l'apparition des couches libériennes secondaires, mais ne se rencontrent jamais dans l'embryon, dans les feuilles et leur pétiole, non plus que dans la moelle et dans le bois.

Observées d'abord sur le fusain du Japon, ces cellules à contenu élastique se rencontreraient également dans les autres variétés du même genre. M. Gabriel Bertrand se livre à des recherches sur la constitution chimique de ce contenu (1).

Production culturale du caoutchouc. — Quels que soient les résultats des recherches des physiologistes sur les cellules à matière élastique contenues dans les *evonymus*, il est peu probable qu'on arrive jamais à tirer de ces arbrisseaux un produit élastique offrant une importance industrielle.

C'est surtout des forêts tropicales de l'Amérique méridionale et de l'Afrique centrale que se tirent les milliers de tonnes de caoutchouc et de gutta-percha livrées chaque année au commerce. Les arbres qui fournissent ces substances appartiennent principalement à la famille des euphorbiacées, genres *Hevea (H. brasiliensis, H. guyanensis, H. discolor, H. pauciflora, H. lutea)*, et *Jatropa (J. manihot)*. Si, dans l'Afrique centrale, l'exploitation des arbres à caoutchouc se fait sans souci de l'avenir et de la conservation des richesses qu'on en tire, il n'en serait pas de même, paraît-il, au Brésil. Là, on n'abat point, pour aller plus vite, les arbres producteurs de la précieuse gomme ; on les traite d'une manière analogue au traitement que nos résiniers du Sud-Ouest font subir à leurs pins maritimes, pour la plupart *gemmés à vie*, n'étant guère " gemmés à mort „ que quand ils sont arrivés à leur dernière limite (2).

(1) Comptes Rendus, 3 juin 1901.

(2) Le *gemmage* pour l'écoulement de la résine consiste dans des entailles faites au tronc des pins, pratiquées d'abord sur un côté de l'arbre et allongées graduellement jusqu'en haut. Après quoi cette entaille ou *quarre* est abandonnée pour en commencer une nouvelle à côté et qui s'allonge d'année en année tandis que la plaie précédente se referme peu à peu. C'est le gemmage *à vie*. — Quand un vieux pin paraît approcher de son terme, on ouvre, pour en extraire tout ce qui lui reste, les quarres simultanément tout autour du tronc, opération à laquelle l'arbre ne survit pas ; c'est le gemmage *à mort*. — Le mode d'incision des arbres à caoutchouc, au Brésil, n'est sans doute pas identique au gem-

L'écueil, dans l'exploitation du caoutchouc au Brésil, est d'une autre nature. Il consiste dans la rareté de la main-d'œuvre et l'extrême difficulté de se la procurer par suite des conditions tout particulièrement malsaines de ce genre d'exploitation, les forêts contenant les essences forestières à caoutchouc étant assises sur des fonds marécageux, peuplées d'animaux venimeux et exposant les récoltants à de graves maladies.

C'est pourquoi, quelques-uns des États dont se compose le Brésil, notamment l'État de Para, celui où la production du caoutchouc est la plus importante, accordent des primes aux propriétaires, établissant, sur leurs terres et dans des conditions hygiéniques satisfaisantes, des plantations artificielles, régulièrement et normalement espacées, d'arbres à caoutchouc. Il n'est pas douteux que l'exploitation du caoutchouc dans ces conditions nouvelles, se faisant affranchie de tout danger, ne doive faciliter considérablement le recrutement de la main-d'œuvre tout en en abaissant le prix.

Dans la forêt encore presque vierge, un bon ouvrier, opérant sur des arbres plus ou moins diversement espacés, peut en visiter une centaine dans la journée, et recueillir de quatre à huit cents kilogrammes de caoutchouc, ce qui est peu. Dans une plantation régulière et bien comprise, le même ouvrier pourrait, dans le même temps, récolter une quantité beaucoup plus grande du précieux produit, et sans courir le risque d'y prendre les fièvres paludéennes.

Toutefois les primes accordées par quelques-uns des États du Brésil ne paraissent pas avoir produit grands résultats jusqu'ici. Les plantations n'y existent encore qu'en infime proportion. Mais l'idée est bonne et peut être adoptée par d'autres que les Brésiliens. C'est pourquoi il n'est pas inutile de la faire connaître (1).

Le bouleau parafoudre. — D'après certains journaux américains — mais il se fait et se dit tant de choses en Amérique et

mage des pins. Mais il lui est analogue, en ce que l'on pratique également sur les arbres des entailles provoquant l'écoulement de la gomme qui est reçue dans des godets ou vases disposés à cet effet. Traités de cette manière, les arbres n'éprouvent que quelque ralentissement dans leur croissance, mais continuent à vivre et à fournir leur produit. Tandis que, en Afrique, en vue d'aller plus vite et de se procurer une plus grande quantité de marchandise d'un seul coup, on abat les arbres pour en extraire toute la gomme qu'ils contiennent.

(1) Cf. Le Cosmos, n° 859 (13 juillet 1901).

de l'Amérique ! — le bouleau serait un arbre-paratonnerre. Les habitants de l'État du Tenessee, notamment, et même tous les Indiens épars sur la vaste étendue des États-Unis, auraient constaté le fait et considèreraient cet arbre comme offrant l'abri le plus sûr contre les dangers de la foudre, et n'hésiteraient pas, quand l'orage menace, à s'aller réfugier sous le premier bouleau qu'ils pourraient atteindre.

Ils auraient remarqué que jamais aucun bouleau n'est frappé par le tonnerre, alors que les arbres d'aucune autre essence ne sont épargnés (1).

Toutefois le journaliste américain qui signale la chose parle du *bouleau*, en général, sans préciser l'espèce. Or le genre bouleau, type des Bétulacées, comprend de nombreuses espèces. S'agit-il du bouleau commun, *Betula alba ?* Ou bien la foudre respecte-t-elle, sans distinction, tous les bouleaux propres à l'Amérique septentrionale : *B. lenta, nigra, lutea, carpinifolia, angulata, populifolia, excelsa, glandulosa, pareyracea*, etc. ?

Il eût été à propos de le préciser.

Il serait intéressant d'instituer des expériences en ce sens, surtout en ce qui concerne les deux seuls bouleaux indigènes en Europe ; *B. alba et B. pubescens.*

Judicieux emploi des fagots et bourrées. — Si dans un délai fort court, forestièrement parlant, le monde entier est menacé d'une disette de bois d'œuvre, comme la chose a été établie ici même, en janvier dernier, il n'en est pas moins vrai que le bois de chauffage est de plus en plus délaissé par la consommation et devient un produit de plus en plus encombrant pour le producteur. Le remède à ce mal est évidemment dans la substitution des bois d'œuvre aux bois de chauffage, autrement dit au retard dans les exploitations des taillis, afin de les laisser arriver à l'âge des bois d'œuvre.

Mais cette substitution ne peut se faire que graduellement. En attendant il faut pouvoir tirer parti des bois plus jeunes. M. E. Baudin a trouvé, en ce qui le concerne, un ingénieux moyen d'utiliser les fagots et bourrées. Moyennant des travaux d'appropriation peu dispendieux, il a transformé les foyers de ses générateurs à vapeur disposés pour brûler de la houille, en foyers à bois ou plutôt à fagots et bourrées. Par là, il remplace

(1) Cosmos, 23 février 1901.

journellement une tonne de houille par 150 bourrées, et réalise ainsi, chaque jour, une économie de vingt francs (1).

C'est là une heureuse initiative portant sur la forme de bois de feu la plus encombrante peut-être et de défaite la plus malaisée.

Le Pin de Salzmann, *Pinus saltzmanni* (Daniel, Carrière), est une forme ou plus exactement une race du pin laricio. Race non pas nouvelle, certes, car elle paraîtrait remonter aux âges tertiaires, mais nouvellement connue comme telle, signalée pour la première fois, il y a un demi-siècle, par Daniel d'après un mémoire inédit de Salzmann qui l'avait appelé *Pinus monspeliensis*. Carrière lui conteste expressément la qualité de laricio (2). Henkel, Lapeyrouse, et d'autres botanistes en avaient fait un *Pinus pyrenaïca*. Nous-même l'avions jadis rattaché au pin d'Alep (3). Il n'est pas possible aujourd'hui de conserver le moindre doute sur le classement botanique de ce pin déjà reconnu comme laricio par Grenier et Godron, après l'enquête approfondie faite à son sujet par un agent distingué du service des Eaux et Forêts, M. Calas, inspecteur à Perpignan (4).

Comparé avec les trois autres formes de laricio connues : laricio de Corse, laricio de Calabre et laricio d'Autriche ou pin noir, le pin de Salzmann s'y rattache visiblement, bien qu'en différant assez pour qu'il soit impossible de les confondre. La feuille, raide et droite, se groupe en touffe à l'extrémité des rameaux et ne persiste que trois ans, ce qui donne aux rameaux un aspect dénudé. Floraison tardive ; dissémination du pollen en juillet ; chatons mâles oblongs-cylindriques, groupés en épis serrés dépassés par les feuilles ; chatons femelles ovoïdes, rougeâtres sans bractées apparentes ; cônes arrivant à maturité au bout de vingt mois seulement. L'arbre peut fructifier dès l'âge de quinze ans.

Chose digne de remarque, le pin de Salzmann, si peu connu et depuis si peu de temps classé à sa véritable place, est le seul qui soit indigène dans la France continentale. Sans parler des pins noir et de Calabre, d'introduction relativement toute récente,

(1) Journal Le Bois, du 16 novembre 1900.

(2) *Traité général des Conières*, Paris, 1867, p. 495.

(3) *Les Conières indigènes et exotiques*, Paris, 1867, t. I, p. 252.

(4) *Restauration et Conservation des terrains en montagne. Le Pin laricio de Salzmann*, par M. Calas, inspecteur-adjoint des E. et F. Mémoire in-4° de 50 p. Paris, Imprimerie nationale, 1900.

le laricio type n'est indigène qu'en Corse ; il est, en France, d'importation.

La station naturelle du pin de Salzmann, a dû s'étendre originairement dans toute la région centrale du midi méditerranéen, depuis le sud du département de l'Ardèche entre le Chassexac affluent de cette rivière et la Cèze affluent du Rhône, au N.-E. de Bessèges, d'une part, et la vallée de la Tet aux environs de Prades d'autre part, ayant pour limite méridionale les côtes du golfe du Lion. Mais, par suite soit de défrichements, soit de substitutions inconsidérées d'autres essences, le pin de Salzmann aujourd'hui n'existe plus guère qu'à l'état sporadique ou par taches, aux deux extrémités sus-indiquées de son ancien habitat et dans un massif forestier situé au sud-est de Lodève, en une sorte de presqu'île formée par le confluent de la Lergue et de l'Hérault.

Indifférent à la nature minéralogique du sol, le pin de Salzmann se montre contourné, buissonnant dans les terres arides et desséchées où d'ailleurs végèteraient difficilement d'autres essences, et n'y parvient pas à une hauteur supérieure à 7 ou 8 mètres. C'est là qu'on l'avait observé le plus souvent, et c'est ainsi qu'on l'avait pris pour une variété du pin d'Alep auquel, dans ces conditions, il ressemble. Mais dans les sols frais et fertiles, en climat chaud et humide et à bonne exposition, il parvient aisément à 15 ou 20 mètres avec un tronc droit, cylindrique supportant une cime pyramidale et touffue, assez semblable à celle du laricio d'Autriche.

C'est une essence qui peut rendre de grands services pour les reboisements dans les contrées méridionales de l'Europe. Des tentatives de repeuplement faites depuis une trentaine d'années environ sur différents points des départements de l'Ardèche et de l'Hérault, à des altitudes variant entre 300 et 900 mètres, ont donné jusqu'ici d'excellents résultats.

Rendement extraordinaire d'un jeune massif d'épicéas. — Il s'agit d'une plantation de main d'homme faite il y a 55 ans, sur une étendue de 70 ares, avec de tout jeunes plants espacés à $1^{m},50$. Vingt à vingt-cinq ares de cette parcelle avaient constitué antérieurement un jardin, ce qui suppose un fond de bonne terre végétale. Le tout est situé sur un versant nord de pente assez forte, sur la commune de Martelange (Belgique) en terrain dévonien des Ardennes.

Des éclaircies faites en temps utile dans ce petit boqueteau

et judicieusement conduites, le massif n'ayant été nulle part interrompu, avaient produit une somme de 1500 francs.

Il restait exactement sur pied 900 jeunes arbres, ce qui suppose que les éclaircies antérieures avaient enlevé 2000 à 2200 pieds (1). Ces 900 épicéas mesuraient, à $1^{m},50$ du sol, des circonférences variant de $0^{m},54$ à $1^{m},25$ et $1^{m},50$ avec une hauteur moyenne de 25 mètres de bois marchand. Ils ont donné un cube total de 650 mètres (ce qui ferait ressortir le volume de l'hectare à $928^{m^3},50$) et ont été vendus au prix de 12 400 fr., soit à raison de 19 fr. le mètre cube en moyenne.

Ces 650 mètres cubes ayant été fournis par 900 arbres, le volume moyen de l'unité serait de $0^{m^3},722^{d^3}$, et le prix moyen de l'arbre ressortirait à fr. 13,77. Mais il faut tenir compte de ce qu'un certain nombre de ces brins ne mesuraient que 54 centimètres de circonférence, soit $17^{c}5$, mettons 18 centimètres de diamètre, et ne devaient pas fournir une longueur de 25 mètres de bois marchand. La part principale du volume réalisé n'a pu provenir que des arbres mesurant $1^{m},25$ à $1^{m},50$ de circonférence.

Quoi qu'il en soit, voilà une plantation qui, en 55 ans, aura rapporté au propriétaire qui l'a faite 1500 + 12 400 = 13 900 fr., ce qui représenterait 19 857 fr. à l'hectare.

Le Bulletin de la Société centrale forestière de Belgique (2) où nous avons puisé les données de cet articulet, ne fait pas connaître les chiffres représentant la valeur du sol de la parcelle et les frais d'achat des plants, de main-d'œuvre de la plantation, d'entretien du massif (garde, impôts, main-d'œuvre des éclaircies), ce qui eût permis de se rendre un compte exact de l'excellence de l'opération.

Mais si élevés qu'on puisse raisonnablement les supposer, ils laissent toujours la marge à un bénéfice superbe.

Les conditions de débouché paraissent avoir été assez bonnes. Le pied du versant qui contenait la parcelle est bordé par une bonne route avec une gare de chemin de fer à 23 kilomètres.

Moitié à l'abandon, moitié à la réserve dans les taillis composés. — Ceci est une règle empirique, mais dangereuse

(1) En effet, la plantation ayant été faite suivant un espacement de $1^{m},50$, cela représenterait 4400 plants à l'hectare, soit 3080 pour 70 ares. Le nombre des arbres après les éclaircies ressortant au nombre 900, c'est donc qu'il avait été enlevé 3080 — 900 = 2180 pieds ou brins, autrement dit 2000 à 2200.

(2) N° de mai 1901.

pour le traitement des taillis sous futaie. Elle consisterait, pour toute détermination des bois à abattre et de ceux à réserver parmi les arbres de futaie surmontant une coupe de taillis, à en prendre la moitié et à laisser sur pied l'autre moitié. Elle avait été proposée, paraît-il, dans un congrès forestier qui eut lieu à Paris à l'occasion de l'Exposition universelle de 1900.

A la session suivante de la Société des Agriculteurs de France, section de Sylviculture, séance du 6 mars 1901, M. Boppe, ancien Directeur de l'École forestière de Nancy, n'a pas eu de peine à montrer combien cette prétendue règle peut être décevante et conduire à l'appauvrissement des forêts auxquelles elle serait inconsidérément appliquée (1).

Sans doute si l'on a affaire à une forêt normalement constituée, reposant sur un sol de fertilité au moins moyenne, et où la proportion des réserves de différents âges surmontant le taillis serait partout sagement établie, de telle sorte que le volume sur pied ainsi constitué dût doubler dans le cours de la révolution adoptée, — dans une forêt répondant à cet idéal, la règle " moitié à l'abandon, moitié à la réserve „ pourrait être aussi utilement que commodément appliquée.

Mais où trouver, surtout parmi les propriétés particulières, des forêts aussi régulièrement disposées dans toutes leurs parcelles, à partir du taillis naissant jusqu'à la coupe exploitable ? Cela peut se rencontrer, mais à titre tout à fait exceptionnel. Dans la plupart des cas, les arbres de réserve sont en nombre insuffisant ; en enlever la moitié serait accroître encore cette insuffisance et amener insensiblement la ruine de la forêt. La marche vraiment sage, celle d'un propriétaire soucieux de ne pas " manger son fonds avec son revenu „, mais au contraire d'améliorer, d'accroître progressivement la valeur de son bien, consisterait à n'abandonner pour l'abatage que celles des grosses réserves présentant les premiers signes de dépérissement, en conservant toutes les autres, et de forcer, sur chaque coupe annuelle, le nombre des baliveaux de l'âge du taillis, de manière à préparer une réserve plus abondante pour le retour de l'exploitation à l'expiration de la révolution adoptée. Il faut aussi que l'âge de cette révolution soit assez élevé, relativement au degré de fertilité du sol, pour que les brins de taillis y atteignent le diamètre réclamé pour les bois d'industrie, vu la dépréciation croissante des bois de chauffage.

(1) Bulletin de la Société, session de 1901, p. 355.

Culture forestière intensive. — Il s'agit des forêts traitées en futaie pleine. M. Charles Prouvé, inspecteur des forêts en retraite, qui occupa, comme sylviculteur, un rang distingué dans le corps auquel il a appartenu, préconise, sous la qualification de culture intensive, le retour à l'ancienne méthode dite de *tire et aire* (corruption probablement de *tire A aire*), à laquelle il ajoute le repeuplement artificiel par semis ou plantation, suivant les circonstances, après chaque exploitation.

On sait que cette méthode, conséquence de la célèbre Ordonnance de Louis XIV " Sur le fait des eaux et forêts " (1) préparée par Colbert, consistait à abattre les vieux arbres en une seule coupe préalablement délimitée sur le terrain, en fonction de l'âge d'exploitabilité et de l'*aire* ou surface (contenance) de la forêt, en y réservant, en vue du réensemencement naturel, dix arbres par arpent (soit vingt arbres par hectare). M. Prouvé supprime même cette faible réserve, estimant le repeuplement artificiel par semis ou plantation plus sûr, plus régulier et plus économique que la régénération par semis naturel.

Sa thèse n'est pas établie *à priori* et appuyée sur des considérations théoriques, mais fondée sur des faits d'observation ou d'expérience. Comme observation il a vu par lui-même en Lorraine, dans les montagnes vosgiennes et en Normandie, de vastes étendues occupées par des coupes de régénération (sombres, claires et secondaires) dont tous les arbres réservés avaient été renversés par des ouragans, et le sol mis à nu avait été envahi par le gazon et les ronces (2). Il est clair que, dans ces cas-là, si l'on eût fait coupe *blanche*, n'ayant laissé aucun arbre sur pied, et procédé ensuite au repeuplement par semis ou plantation, les ouragans n'ayant trouvé sur les terrains exploités que des tigelles naissantes et flexibles n'y eussent pas causé à beaucoup près les mêmes dégâts que sur des massifs de grands arbres plus ou moins fortement entamés.

Voilà pour la supériorité de la régénération artificielle sur la régénération naturelle par les graines tombant des arbres réservés à cet effet.

L'avantage économique repose sur les faits suivants. Les deux forêts d'Arques et d'Eawy, dans l'arrondissement de Dieppe, peuplées de 9/10 de hêtres et de 1/10 de chênes, occupent une

(1) Donnée à Saint-Germain en Laye, au mois d'août 1669. — Titre XV.

(2) Nous-même avons eu occasion de constater un fait analogue dans la forêt domaniale de Durbon (Hautes-Alpes).

surface de 7548 hectares. Les frais nécessités par les coupes de régénération naturelle se sont élevés pendant une durée de 22 ans (1862 à 1883) à la somme de 5476 fr., soit 100 fr. environ par 54 à 55 hectares de surface régénérée.

Or, c'est sensiblement au même prix que serait revenue la régénération par plantations à l'aide de brins de 2 à 3 ans des essences chêne, frêne, hêtre, etc., faite, sans culture en terrain nu, immédiatement après l'exploitation et l'enlèvement des bois et avant l'envahissement par les gazons et les ronces. La dépense n'eût donc pas été plus forte ; mais on eût eu des repeuplements plus réguliers, plus uniformes avec des sujets tous de franc pied et d'un avenir mieux assuré (1).

Il convient d'ajouter que les frais de plantation, comme d'ailleurs ceux de semis, sont considérablement réduits par l'emploi de plantoirs et de semoirs inventés depuis longtemps par M. Prouvé lui-même et dont une longue pratique a établi les excellents résultats.

Peut-être serait-il téméraire de généraliser la méthode de M. Prouvé d'une manière absolue. Elle n'en mérite pas moins toute l'attention des praticiens de la culture des bois.

Émondage des branches gourmandes sur les réserves des taillis. — On sait qu'à la suite de l'exploitation d'une coupe de taillis composé, les jeunes réserves et très principalement les baliveaux de l'âge, se trouvant brusquement exposés à tous les effluves de l'air et surtout de la lumière, par le fait de l'enlèvement des brins de taillis qui protègent leur tige, ne tardent pas à se couvrir, tout le long du tronc, d'une multitude de petites branches. Ces branches, appelées *gourmandes*, ne tardent pas à se développer au détriment de celles de la cime qui, ne recevant plus qu'un afflux de sève insuffisant, se dessèchent en partie.

Pour obvier à cet inconvénient, on a soin, dans les forêts bien tenues, d'enlever, soit au sécateur en se servant d'échelles légères, soit à l'émondoir emmanché au bout d'une longue perche, toutes ces branches gourmandes dans l'année qui suit celle de la coupe. Cette première ablation est insuffisante, et il est nécessaire d'y revenir au moins deux fois et à quelques années d'intervalle, jusqu'à ce que le recrû ait atteint une hauteur suffisante pour protéger le tronc des réserves contre l'envahissement de cette sorte de végétation parasite.

(1) Revue des Eaux et Forêts du 1er mars 1901.

M. Mer, Inspecteur des Eaux et Forêts, attaché à la Station de recherches de l'École forestière de Nancy, attribue d'assez sérieux inconvénients à l'emploi du sécateur et plus encore à celui de l'émondoir. On n'arrive pas, avec ces outils, à amputer la branche assez près du fût pour n'en pas laisser un petit tronçon qui suffit à faire éclore, l'année suivante, des bourgeons dormants cachés sous son écorce. Recourt-on à la serpe pour détacher le lambeau d'écorce sous lequel se groupent les bourgeons groupés autour du point d'insertion de la branche ? Ce procédé n'est pas non plus sans inconvénients. Si l'écorce n'est pas entamée assez profondément, il restera des bourgeons dormants qui donneront de nouveaux *gourmands* l'année suivante. Si au contraire on enlève le lambeau d'écorce jusqu'à mettre le bois à nu, celui-ci brunit par l'effet du tanin, surtout sur les chênes, et risque fort de s'altérer et de devenir, en ce point, la proie de champignons microscopiques, comme M. Mer a pu le constater par des coupes transversales sur des baliveaux abattus une dizaine d'années après émondage.

M. Mer propose, pour parer à tous ces dangers, un procédé qu'il applique depuis plusieurs années dans une forêt des environs de Nancy. Il consiste à arracher les branches gourmandes à la main, ce qu'il est facile de faire, dit-il, " quand elles sont encore jeunes ", probablement quand elles sont encore herbacées ou incomplètement lignifiées. Par une traction brusque, paraît-il, on les extirpe aisément jusqu'à l'intérieur de l'écorce, parfois même jusqu'au bois ; et du même coup on enlève les bourgeons basilaires ou dormants, tout prêts autrement à former de nouveaux gourmands l'année suivante. Malgré tout, il en reste encore quelques-uns, ce qui oblige à renouveler l'opération l'année suivante. Mais alors elle est terminée et plus n'est besoin d'y revenir.

Le prix de revient n'est pas plus élevé que celui de l'émondage au sécateur qui oblige également à se servir d'échelles.

Tel est, très résumé, l'exposé fait par M. Mer à la Société des Agriculteurs de France, section de Sylviculture, le 9 mars 1901 (1).

Quelques objections lui ont été opposées, fondées sur la difficulté de trouver des ouvriers assez soigneux pour arracher convenablement les bourgeons au moment où ils viennent d'apparaître.

(1) Cf. le BULLETIN de la dite Société. Session de 1901, 4e fascicule. pp. 378-381.

Le Blanc de Hollande, Ypréau ou Peuplier picard. — C'est bien à tort qu'on donne à ce peuplier, *Populus alba* (Linné), le nom de Hollandais ou de Picard, car il est d'origine méridionale et croît spontanément en Algérie et dans le midi de l'Europe. Mais doué d'un tempérament assez résistant, il a été propagé par les soins de l'homme dans des contrées beaucoup plus septentrionales. D'après un tableau dressé autrefois par M. Gand, inspecteur des Forêts, publié par les anciennes ANNALES FORESTIÈRES en 1845 et que nous avons reproduit dans le présent recueil en juillet 1884 (1), la limite nord de son aire d'habitation serait une ligne qui raserait le bord septentrional de l'Irlande, de l'Angleterre et du Danemark, engloberait la pointe méridionale de la Suède et courrait ensuite du sud de la Baltique aux sources de l'Oural.

Ce n'est sans doute pas une nouveauté que le peuplier dit de Hollande ou peuplier blanc. Mais il emprunte une certaine actualité à une étude approfondie et expérimentale qu'en a faite M. N. I. Crahay, inspecteur des Eaux et Forêts dans l'administration belge, et qu'il a publiée dans le BULLETIN de la Société centrale forestière de Belgique (2).

Ce savant forestier estime que cet arbre devrait occuper, dans les réserves sur taillis, une place plus considérable que celle qu'il a occupée jusqu'ici. La rapidité de sa croissance, la légèreté de son couvert permettraient de le réserver en assez grand nombre sans aucun préjudice pour le sous-bois, sa cime s'étalant à bonne hauteur et laissant pénétrer, en la tamisant, la lumière au-dessous d'elle.

Bien que botaniquement proche voisin de son congénère le Tremble (*P. Tremula*, Lin.), le Blanc de Hollande a une longévité beaucoup plus grande. Le Tremble parvient à grand'peine à l'âge de 70 ou 80 ans; souvent il sèche sur pied à 50 ou 60 ans, tandis que le Peuplier blanc peut vivre plusieurs siècles, tout en atteignant, dès l'âge de 40 ans, 30 à 35 mètres de longueur de tige avec un diamètre de 1^m à $1^m,30$ à hauteur d'homme. Il est vrai qu'il lui faut pour cela un climat point trop rude avec un sol de bonne qualité, divisé et suffisamment frais.

Ce qui rend précieux notre arbre comme réserve sur taillis,

(1) Tome XVI de la 1re série, article intitulé : *Reboisements et repeuplements*. Le tableau en question, tracé sur cartes coloriées, est placé entre les pages 136 et 137.

(2) N° de juin 1901.

c'est son inaptitude à garnir son tronc de branches gourmandes. De plus, quand il est parvenu à des dimensions un peu fortes, il émet de longues racines traçantes qui drageonnent beaucoup : c'est même là son principal mode de repeuplement naturel, sa graine, malgré une grande abondance, étant rarement féconde. M. Crahay préconise, comme moyen de multiplication, le repiquement en pépinière, de jeunes brins de drageons prélevés sur les racines traçantes des grands arbres, le semis artificiel étant peu praticable, vu le manque de fertilité des graines, et le bouturage réussissant difficilement.

Assurément le bois du Peuplier blanc ne peut rivaliser, comme qualité, avec le chêne, le frêne, l'orme champêtre et autres bois durs. Mais, en tant que bois blanc, il est le meilleur et le plus résistant de tous ; et vu sa croissance rapide, il peut fournir un revenu d'un taux élevé à son propriétaire. Le cœur du bois est rougeâtre clair, l'aubier blanc tirant sur le jaune ou rosé. C'est un bois léger et de durée, recherché pour la menuiserie, l'ébénisterie, la sellerie, le charronnage, la batellerie, le sabotage, et d'une vente facile. D'après M. Crahay, les peupliers " picards " de 1m,50 de circonférence se vendent couramment, en Brabant, 30 à 35 fr. le mètre cube sur pied. A 2 mètres de tour, ils trouvent acheteurs à 40, 45, parfois même 50 francs.

Essence à propager dans tous les terrains de bonne qualité en même temps que frais ou mouilleux, où elle sera d'un excellent rendement.

Nettoiement dans les coupes de taillis. — Le *nettoiement* ou *expurgade* dans les coupes de taillis, c'est-à-dire l'enlèvement sur chaque cépée des brins traînants, dominés, sans avenir, un certain nombre d'années avant celle de l'exploitation, est une opération dont l'utilité a été souvent fort controversée entre forestiers. Les uns soutenaient qu'elle était pour le moins inutile et pouvait facilement devenir dangereuse, pour peu qu'elle ne fût pas faite avec la circonspection voulue et portât sur un trop grand nombre de brins. Les autres affirmaient que, convenablement faite, l'opération favorisait la croissance et le développement des brins principaux de chaque cépée, tant par le plus libre accès de l'air et de la lumière autour d'eux que par une meilleure distribution de la sève.

Des expériences faites par M. Mer dans la forêt de Champenoux, aux environs de Nancy, fournissent un fort argument à l'appui de la seconde opinion.

En avril 1891, cet habile expérimentateur choisit, dans un taillis de 23 ans, quatorze cépées de charme comprenant chacune en moyenne quinze brins dont cinq forts et à peu près verticaux et dix traînants, obliques ou plus ou moins dominés par les plus forts. Il fit exploiter et façonner en bourrées, les dix brins faibles de chaque cépée, en ayant grand soin de les alterner avec des cépées semblables auxquelles il n'était pas touché, pour servir de témoins. La main-d'œuvre employée, comparée à la valeur marchande des bourrées, laissait un léger bénéfice : 6 centimes par bourrée, produit de deux cépées.

Trois ans après, en avril 1894, une opération semblable fut pratiquée, en un autre point de la même forêt, sur treize cépées de tilleul âgées de 19 ans. Les produits y furent un peu moindres et leur valeur ne fit que couvrir les frais de main-d'œuvre.

Revenant, en avril 1900, sur ces deux points, M. Mer fit, par comptages exacts et mensurations minutieuses, l'estimation en matière et en argent des cépées éclaircies et des cépées témoins, et arriva aux résultats suivants :

La valeur moyenne des cépées de charme en matière et en argent a été : pour la cépée éclaircie, de $148^{d^3},2$ d'une valeur de fr. 2,49 ;

Pour la cépée témoin, de 105^{d^3} d'une valeur de fr. 1,64.

Les gros brins (les seuls) de la première mesuraient 32 centimètres de circonférence à $1^m,30$ du sol ; ceux de la seconde 26 centimètres seulement.

Pour les cépées de tilleul plus jeunes de 4 ans et éclaircies trois ans plus tard, la valeur moyenne a été :

Cépée éclaircie : $46^{d^3},4$ valant fr. 0,58
Cépée témoin : $36^{d^3},1$ valant fr. 0,42

Les brins de la première mesuraient 23 centimètres, les gros brins de la seconde, 19.

Au résumé, les cépées soumises au nettoiement, ont fourni plus de bois de corde et de fagots et moins de bourrées, au total un volume de bois plus fort et d'une valeur en argent plus grande ; les cépées non éclaircies ont fourni plus de bourrées, mais moins de fagots et de gros bois, au total un volume de bois moindre et une valeur en argent inférieure (1).

Cette expérience demanderait à être généralisée ; mais d'ores

(1) Bulletin de la Société des Agriculteurs. Sessions de 1901, 4e fascicule, pp. 401 à 405.

et déjà elle constitue une forte présomption en faveur de l'utilité des éclaircies des cépées ou nettoiement des coupes de taillis.

Les Cactées sauvegarde des forêts sujettes aux incendies. — Les *Cactées*, vulgairement *plantes grasses*, appartiennent à la flore tropicale et subtropicale de l'Amérique et abondent au Texas, au Mexique et en Californie. Plusieurs espèces, notamment le Nopal en raquettes, *Opuntia vulgaris*, sont très bien acclimatées dans le midi de la France.

Cette famille végétale, voisine, quant à la disposition florale, des Grossulariées, diffère, par la conformation, le *facies*, l'aspect des plantes qui la composent, de tous les autres végétaux connus. Ce sont des arbrisseaux essentiellement charnus, à tige simple ou rameuse, mais sans feuilles, et dont les tissus mous et épais sont gorgés d'une sève aqueuse d'une extrême abondance. Il en résulterait que le feu n'aurait aucune prise durable et définitive sur eux.

Le Bulletin de la Société d'Acclimatation, par la plume de M. Durand-Gosselin, signale un ingénieux emploi qui en serait fait pour atténuer considérablement, sinon pour empêcher, les incendies dans les forêts de pins de la région méditerranéenne. Des haies de nopals dans des directions perpendiculaires l'une à l'autre seraient plantées dans les pineraies et les pignadas, de manière à les diviser en compartiments à la façon d'un damier. Ces haies opposeraient un obstacle infranchissable à l'incendie étant à peu près incombustibles ou ne subissant, de l'action violente du feu, qu'un dommage facilement réparable et qu'une nouvelle poussée de sève ne tarde pas à faire disparaître.

On comprend que le feu venant à se déclarer dans une des parcelles ou compartiments ainsi délimités, ne se propagerait pas au loin, étant arrêté de tous les côtés par la haie de nopals, et bornerait ses ravages à la parcelle dans laquelle il aurait pris naissance. L'écrivain du Bulletin de la Société d'Acclimatation aurait été témoin d'un commencement d'incendie ainsi conjuré par la présence des nopals, et il aurait vu, huit jours après, de nouveaux articles croître sur les nopals éprouvés par le feu, et s'épanouir de nouveaux boutons à fleurs.

Qu'il puisse y avoir là un élément utile de préservation des forêts résineuses du midi, on n'en saurait disconvenir ; mais que ce préservatif soit toujours efficace, la chose est moins certaine. Par un temps calme et sans vent, la haie de cactus pourra opposer à l'incendie une barrière infranchissable ; mais vienne

à souffler un de ces vents violents dont nos départements du midi sont si coutumiers : poussées par lui, les flammèches embrasées sauteront par dessus les haies pour aller porter le sinistre et ses ravages dans les compartiments voisins.

Car il n'en va pas, dans les forêts résineuses du midi comme dans les bois feuillus du nord ou du centre, où l'incendie court sur le sol se bornant à dessécher sans le brûler le pied des arbres et ne consumant que les feuilles mortes et de menues et basses broussailles. Dans les pineraies méridionales dont le sol est envahi par des broussailles hautes et épaisses en partie desséchées, le feu flambe haut, consume les branches gorgées de résine, et, poussé par le vent, saute souvent à de grandes distances.

C. DE KIRWAN.

ENTOMOLOGIE

—

La mante religieuse d'Europe, un nouvel insecte auxiliaire en Amérique (1). — Les mantides étaient déjà bien connues des anciens. Ce sont des êtres gracieux de l'ordre des orthoptères à corps élancé, pourvu d'un prothorax démesurément long et de pattes antérieures épineuses et ravisseuses. Dans une de ses idylles Théocrite emploie le mot *mante* pour désigner une svelte jeune fille. Mouffet écrivait, il y a trois cents ans, qu'à cause de leur apparition très précoce au printemps ces insectes sont considérés comme des prophètes et Coelius, le scoliaste de Théocrite, pensait qu'ils annonçaient la famine et la mort. Plusieurs peuples se figurent que la salive colorée de ces articulés a une action nocive sur les parties de la bouche des mules. Les Hottentots les prennent souvent pour leur Dieu et d'autres tribus leur attribuent le pouvoir de sorcier. Les noms de *pagana*, *sancta* et *religiosa* que les naturalistes ont donnés à ces orthoptères, rappellent leur singulier aspect morphologique. On ignore à quelle époque la mante religieuse, observée pour la première

(1) *The common European Praying Mantis a new beneficial insect*, by M. V. Slingerland. Cornell University Agricultural Experiment-station. BULLETIN 185, pp. 35-47 et 14 figures. Ithaca, 1900.

fois par M. Attwood, a été introduite aux États-Unis. Elle y est probablement arrivée sur des plantes européennes expédiées par les pépiniéristes français. Cette hypothèse paraît d'autant plus vraisemblable que la banlieue de Rochester possède de vastes cultures où sont débarquées, plus fréquemment qu'aux frontières des États, plusieurs espèces de végétaux arrivant de France et d'Allemagne. Les nymphes et les oothèques ont pu facilement adhérer aux pailles utilisées pour le paquetage ou aux branches des arbustes importés. A en juger d'après l'énorme quantité de ces orthoptères, il paraît très probable qu'ils sont arrivés à Rochester il y a environ cinq années. Il est curieux de constater que cette espèce ne s'est acclimatée en aucune autre région des États-Unis. A Rochester, sa limite géographique nord se trouve à six degrés plus au sud qu'en Europe et le climat de la région est fort peu différent de celui de plusieurs contrées du midi de la France. En 1898, Thomas Meehsan captura à Germanstown une autre mantide, la *Tenodera sinensis*, originaire de la Chine et du Japon.

Ces observations permettent de croire que la mante religieuse et d'autres insectes de cette famille se propageront peu à peu sur les autres territoires des Etats-Unis. L'insecte fut soumis à l'examen du célèbre orthoptériste M. S. H. Scudder qui l'identifia d'abord au *Stagmomantis Carolina*, mais qui reconnut ensuite qu'il n'était autre que la commune mante religieuse habitant le midi de la France et remontant au nord jusqu'au Havre. Comme on le sait, cette belle espèce se trouve aussi à Fribourg (Suisse), dans la banlieue de Vienne (Autriche), en Hindoustan, à l'île de Java et au sud de Zanzibar. Ces insectes dont le régime est surtout carnivore peuvent aussi se nourrir de substances végétales. Les deux sexes sont ailés, mais les femelles n'emploient leurs ailes que pour franchir de courts espaces. Les *stagmomantis* dévorent des chenilles, des papillons et de grands acridiens. En une seule nuit une femelle peut manger jusqu'à onze *imago* du Doryphora ou " Colorado „ de la pomme de terre.

Dans le manuel d'entomologie de Burmeister le naturaliste Zimmerman raconte que pendant un espace de quelques jours une seule femelle peut dévorer des douzaines de diptères et diverses espèces d'acridiens. La même mante est signalée comme s'attaquant aux jeunes grenouilles et même au lézard strié : mais ces faits demandent à être rigoureusement vérifiés. A Buenos-Aires, une autre mantide préfère les petits oiseaux nouvellement

éclos. M. Slingerland a pu constater comment ces insectes, qui combattent encore leurs ennemis lorsqu'ils sont à moitié dévorés, s'emparent de leurs proies. Leur voracité est telle qu'ils profitent de la moindre occasion favorable pour tomber les uns sur les autres. Comme l'a déjà signalé feu E. Dufour, la mante religieuse émet un son lugubre en frottant l'extrémité de son corps contre ses élytres. M. Attwood a vu deux mantes dont l'une produisait un bourdonnement très appréciable en raclant son tibia contre celui de l'autre. En Europe, les œufs sont pondus dans la première moitié de septembre et éclosent au renouvellement du printemps.

L'insecte passe donc la saison hivernale à l'état d'œuf. L'oothèque est large, allongé et de couleur brun clair. La copulation dure plus de vingt-quatre heures. C'est à Rösel que revient l'honneur d'avoir remarqué, il y a cent cinquante ans, comment la mante procède pour façonner son oothèque. Après avoir placé l'apex de son abdomen près d'un rameau ou d'une pierre, la femelle émet une matière floconneuse préservant les œufs du contact de l'air atmosphérique. Quand l'enveloppe de l'oothèque a quelque consistance, la mère la maintient en place et la façonne de toutes parts. Malgré sa membrane protectrice l'oothèque est attaqué par plusieurs hyménoptères parasites arrivés d'Europe avec ce précieux auxiliaire de l'agriculture. Contrairement à l'opinion de la plupart des naturalistes qui pensent qu'une femelle ne façonne qu'un seul oothèque, M. Attwood a trouvé un rameau portant deux chambres ovigères ayant été formées vraisemblablement par le même insecte. Une mantide africaine façonne quatre oothèques en quinze jours. Zimmerman relate qu'un *stagmomantis* capturé par lui le 3 octobre a formé un oothèque le jour suivant, et un deuxième le 24 du même mois. L'insecte voulut encore en façonner un troisième, mais il mourut avant de terminer cette besogne ontogénique. L'éclosion des œufs de la première ponte eut lieu le 20 mai de l'année suivante et celle de la seconde, trois jours plus tard. Près de Rochester, la mante religieuse dépose ses œufs sur les murs des habitations ou aux rameaux des arbres. D'après Zimmerman, cet insecte était considéré comme une divinité par les Grecs et les Hindous avaient un grand respect pour les gracieux mouvements et le vol de ces articulés. Les idées superstitieuses relatives à la soi-disant sainteté de la mante existent chez divers peuples. Dans certaines contrées, on considérait comme un crime d'offenser ces insectes ou de ne pas les protéger contre leurs enne-

mis. Les musulmans vivement impressionnés par leur attitude bizarre, imitant celle de leur oraison, pensaient qu'ils étaient des adorateurs de Dieu. On dit que ces peuples se figurent que l'Éternel est adoré avec intelligence et amour, suivant le degré de leur perfection organique, par toutes les créatures. Au dire des anciens voyageurs la présence d'une mante à l'état de repos suggère l'idée qu'elle entend le frôlement des ailes d'un ange ou est en contemplation devant un esprit se trouvant sur son chemin. Certains peuples conseillent de ne jamais tuer ou torturer les mantides, de grands malheurs pouvant en résulter. Une ancienne légende raconte que saint François voyant un jour sur son chemin une mantis dans l'attitude de la prière, souhaita de l'entendre chanter, ce qu'elle fit immédiatement en psalmodiant un ravissant cantique. Au XVIe siècle, Mouffet écrivait qu'une créature si estimée avait le pouvoir de montrer le chemin aux enfants égarés. Le curieux mimétisme de ces insectes a impressionné si fortement les anciens écrivains que plusieurs racontent avoir vu des feuilles qui s'étaient subitement transformées en créatures animées. Au siècle dernier les indigènes de Surinam se figuraient encore que les mantides se développaient d'une manière analogue à celle des feuilles.

Comme on le voit, les premiers travaux d'histoire naturelle fourmillent de légendes et de conceptions les plus fantaisistes concernant les mantes qui, comme les phyllies (feuilles) et d'autres Phasmides, présentent les plus curieux cas de mimétisme de la classe des articulés.

FERNAND MEUNIER.

HYGIÈNE

—

A propos de la contagiosité de la tuberculose. — Disons bien vite, pour éviter toute équivoque, qu'il est admis aujourd'hui que la tuberculose doit être considérée comme la maladie contagieuse qui cause le plus de ravages. C'est à elle, en effet, qu'il faut rapporter le septième au moins des décès annuels que les maladies imposent à l'humanité. Nous n'avons pas à nous occuper ici du mode de contagion qui propage la maladie entre les individus d'une même espèce. Qu'il nous suffise de dire, pour

mettre d'autant plus en relief l'importance des autres facteurs, qu'on croit aujourd'hui, moins que jamais, à la transmission héréditaire de la tuberculose : pensée consolante au premier chef, mais que bon nombre d'observateurs ne veulent admettre qu'avec une importante réserve ; ils ne font pas difficulté de croire que le bacille de la tuberculose ne passe pas de la mère à l'enfant pendant la vie intra-utérine, mais ils prétendent que l'organisme d'une mère tuberculeuse est modifié par l'influence délétère du bacille au point de transmettre à l'enfant une nature, une disposition ou, si l'on veut, un terrain organique tout disposé à favoriser à son tour l'éclosion de la tuberculose. L'influence morbide du père ne serait point moins susceptible que celle de la mère de produire ce résultat. Nous devons reconnaître que cette opinion, conforme à de nombreuses observations cliniques, mérite d'être prise en sérieuse considération.

Mais, comme je le disais plus haut, je ne veux pas m'attarder à la transmission de la maladie entre individus d'une même espèce. Cette transmission est un article de foi dans le monde médical et extra-médical, et j'en arrive à dire que jusqu'au dernier Congrès de Londres en juillet dernier, on eût considéré aussi comme coupable d'hérésie scientifique celui qui eût mis en doute la transmissibilité de la tuberculose de l'espèce bovine à l'espèce humaine et vice versa. Et voici qu'à ce congrès qui réunissait de nombreux médecins de toutes les parties du monde, le Dr Koch de Berlin vient déclarer que les expériences auxquelles il s'est livré, lui permettent de conclure que la tuberculose humaine ne se transmet pas à l'espèce bovine. Et il ajoute que, sans pouvoir se prononcer d'une manière aussi formelle, ses recherches le portent à croire que la tuberculose bovine ne se transmet pas non plus à l'espèce humaine. On eût peut-être accueilli avec dédain une semblable déclaration si elle avait eu pour auteur un médecin peu connu. Mais comme elle émanait d'un homme dont l'autorité scientifique, assise d'ailleurs sur de nombreuses découvertes, est incontestable, elle fut reçue avec une sorte de stupeur qui se changea bientôt en étonnement pour dégénérer enfin en scepticisme. Lord Lister le premier engagea ses collègues à s'en rapporter à de nouvelles expériences avant de renoncer aux opinions admises jusqu'ici. S'il faut admettre, dit-il, que la tuberculose de l'homme ne se transmet pas au bétail, il ne lui est pas démontré que la tuberculose du bétail ne se transmet pas à l'homme, et il se demande si l'on n'en viendra pas à prouver que le microbe du

bœuf après s'être en quelque sorte humanisé est devenu désormais incapable d'exercer ses ravages sur l'espèce dont il provient.

Après Lord Lister, M. Nocard partageant les mêmes doutes et la même incrédulité que lui, a rappelé certaines expériences de Chauveau qui prouvent que le veau peut être infecté par l'homme, et il a cité un exemple très probant de transmission de la tuberculose par le lait. Certes on a exagéré, dit-il, les dangers de la tuberculose bovine au point de vue alimentaire, et il s'est élevé en d'autres circonstances avec énergie contre le gaspillage excessif de viandes prétendument malsaines et néanmoins bonnes à manger ; mais on ne doit pas tomber aujourd'hui dans l'exagération contraire. Puis reprenant l'idée de Lister, il a rappelé que le bacille du rouget, si pernicieux pour le porc, lui devient inoffensif quand on l'a fait passer plusieurs fois à travers l'organisme du lapin.

D'ailleurs pourquoi, toujours d'après M. Nocard, la tuberculose a-t-elle diminué en Angleterre de 45 % chez les adultes, depuis cinquante ans, et augmente de 27 % pendant le même temps, chez les enfants, si ce n'est parce que les premiers ont été entourés de toutes sortes de mesures protectrices tandis que les seconds, dont le bétail et la laiterie sont les seules ressources alimentaires, ont été abandonnés à un régime sans surveillance ? Il importe donc de veiller plus que jamais à ce que l'alimentation des enfants soit assurée contre toute provenance tuberculeuse. Et plusieurs autres orateurs, craignant l'influence d'une opinion abritée sous l'autorité de Koch, adjurent leurs collègues de ne point renoncer aux mesures de précaution recommandées jusqu'ici.

Voyons donc sur quelles expériences Koch fonde ses conclusions.

Tant qu'il expérimenta sur des animaux de petites espèces, il n'eut point de résultat concluant. Il résolut donc de s'adresser aux animaux de grande taille et choisit d'abord les veaux comme sujets. Pour que les expériences fussent décisives, il importait que les animaux fussent indemnes de tuberculose et, afin de s'en assurer, il leur fit subir l'épreuve de la tuberculine. Un animal non tuberculeux reste insensible à cette épreuve ; un animal en proie à un degré quelconque de tuberculose y réagit, c'est-à-dire qu'il est pris d'une fièvre plus ou moins intense quelques heures après l'inoculation de tuberculine.

Koch soumit donc des veaux reconnus indemnes de tubercu-

lose à trois modes d'inoculation de cette maladie, en se servant de cultures du bacille de la tuberculose ou de crachats provenant de malades évidemment tuberculeux :

a) l'ingestion quotidienne de ces substances avec les aliments pendant sept ou huit mois ;

b) leur introduction dans les voies respiratoires par la pulvérisation ;

c) leur injection sous la peau, ou dans la poitrine ou directement dans les veines jugulaires.

Les expériences furent instituées avec persévérance. Mais, loin de donner des résultats positifs, elles laissèrent les animaux bien portants. Au bout de six à sept mois on les sacrifia en plein état de prospérité, et l'autopsie démontra que le bacille de la tuberculose n'avait envahi aucun de leurs organes. Là seulement où l'on avait injecté le liquide virulent, on trouva au point d'inoculation, de petits foyers de suppuration renfermant quelques bacilles. C'est un élément que l'on observe quand on injecte sous la peau des bacilles morts. Les animaux s'étaient donc comportés vis-à-vis des bacilles vivants comme ils se fussent comportés vis-à-vis de bacilles sans virulence.

Mais les expériences donnèrent de tout autres résultats quand on inocula à des animaux sains des bacilles de la tuberculose bovine. En quelques semaines, quel qu'eût été le mode d'inoculation, ces animaux présentèrent des lésions graves des organes internes. Ils s'affaiblirent, devinrent maigres et quelques-uns moururent au bout d'un mois ou deux. Les autres furent tués très malades un peu plus tard, et l'autopsie fit constater des infiltrations tuberculeuses tout autour des points d'inoculation et de graves lésions de même nature dans les poumons et dans la rate. Ces animaux s'étaient donc montrés aussi sensibles à l'inoculation de la tuberculose bovine que leurs congénères avaient été rebelles à l'influence du bacille de la tuberculose humaine.

Des expériences semblables furent faites sur des cochons. Six de ces animaux furent nourris pendant trois mois d'aliments imprégnés de crachats tuberculeux de l'homme ; six reçurent pendant le même temps une nourriture à laquelle on avait mêlé des bacilles de la tuberculose bovine. Les résultats furent analogues : les animaux de la première série restèrent sains et vigoureux ; ceux de la seconde devinrent malades et tous moururent. On les sacrifia tous, au bout de trois mois et demi. Chez les premiers on trouva à l'autopsie quelques nodosités dans

les glandes du cou et, dans un seul cas, quelques granulations tuberculeuses dans les poumons et ce fut tout ; les autres organes étaient sains.

Chez les seconds, au contraire, on constata que la tuberculose avait fait les mêmes ravages que chez les veaux infectés de tuberculose bovine.

Des ânes, des moutons et des oies furent soumis à des expériences semblables. Les résultats furent identiques et c'est ainsi que Koch se crut autorisé à admettre la dualité des virus tuberculeux de l'homme et du bœuf. Cette conclusion est d'ailleurs celle qu'ont admise divers expérimentateurs en Europe et en Amérique.

Nous avons dit plus haut que l'illustre savant était porté à croire que si le bétail jouit de l'immunité vis-à-vis de la tuberculose humaine, en revanche l'homme n'aurait rien à redouter de la tuberculose bovine. Cette assertion, tout hypothétique encore, ne peut naturellement avoir pour elle l'appui de l'expérience directe. Mais le beurre et le lait entrent pour une part si considérable dans l'alimentation de l'homme que leur usage réalise partout les conditions d'une expérience indirecte. Et cette expérience, non voulue dans un but scientifique, ne peut être néanmoins considérée comme sans valeur. Or le lait et ses divers produits renferment fréquemment des bacilles tuberculeux capables d'infecter les animaux qui consomment ces aliments. Et si l'homme présentait vis-à-vis de ces aliments la même susceptibilité que les animaux, on devrait fréquemment observer chez lui la tuberculose intestinale. C'est la muqueuse intestinale en effet qui, dans une infection d'origine alimentaire, est la première exposée à l'action des germes morbides. Et pourtant Koch n'a rencontré que deux fois la tuberculose intestinale dans les nombreuses autopsies qu'il a pratiquées : à l'hôpital de la Charité à Berlin on ne l'a observée que dix fois en cinq ans.

Baginsky à l'hôpital de l'Empereur et de l'Impératrice n'a jamais constaté de tuberculose intestinale, sans qu'il y eût en même temps tuberculose des poumons et des ganglions bronchiques, ce qui signifie que la tuberculose de l'intestin était secondaire c'est-à-dire due à la déglutition de crachats tuberculeux. L'observation de Baginsky porte sur 933 autopsies d'enfants. Biedert sur 3104 autopsies d'enfants tuberculeux n'a constaté que seize cas de tuberculose primitive de l'intestin. Koch pourrait invoquer encore d'autres statistiques qui prouvent la rareté de la tuberculose intestinale primitive. Et les cas mêmes

que l'on en a cités, est-il bien sûr qu'ils sont d'origine animale ? Ne peuvent-ils pas provenir de l'homme lui-même ? Désormais il sera facile de s'en assurer en cultivant le microbe tuberculeux trouvé dans l'intestin de l'homme et en l'inoculant ensuite aux animaux, préférablement sous la peau. La manière dont ils se comporteront vis-à-vis de l'inoculation sera, d'après Koch, le garant de la nature du germe. Les recherches instituées par Koch à cet égard depuis plus de six mois sont favorables à la dualité de nature des bacilles chez l'homme et les animaux.

S'il faut admettre, dit Koch, que la tuberculose du bétail peut se communiquer à l'homme par l'ingestion de la viande et des produits de laiterie, on doit croire que le danger en est bien faible et ne dépasse guère celui de la transmission héréditaire de la tuberculose.

On remarquera sans doute la contradiction qui existe entre les statistiques d'autopsies citées par Koch et les chiffres donnés par Nocard et exprimant l'accroissement de la tuberculose chez les enfants en Angleterre, depuis cinquante ans ; cette contradiction n'est relative qu'à l'influence pathogénique des substances alimentaires provenant du bétail. Ces aliments seraient inoffensifs, d'après Koch ; ils seraient cause de la multiplication des cas de tuberculose infantile, d'après M. Nocard.

L'avenir en décidera bientôt, car les déclarations de Koch auront un immense retentissement ; et comme elles bouleversent complètement les données qui gouvernaient en quelque sorte notre hygiène alimentaire, tous les savants voudront les contrôler. Déjà le Gouvernement anglais a envoyé à tous les médecins du Royaume-Uni un questionnaire relatif à cet important problème. Et il faut espérer que du choc de tant d'idées jaillira une vive lumière (1).

Malaria et moustiques. — Si, jusqu'en ces dernières années, il y avait une maladie dont l'origine n'était point contestée, c'était bien la fièvre intermittente. Tout le monde s'accordait, en effet, à la rapporter à l'état du sol ; c'était une maladie tellurique dont le miasme se propageait par l'air des marais ou par l'eau de provenance marécageuse. Voilà pourquoi il fallait assainir les marais par le drainage, et la plantation d'arbustes à croissance rapide comme l'eucalyptus, par exemple. Et l'on

(1) Comptes Rendus du Congrès de Londres relatif à la tuberculose, juillet 1901. D'après tous les journaux de médecine.

disait merveille de ces travaux, car la diminution considérable des cas de fièvre dans les endroits où on les avait réalisés, semblait leur donner raison. Malheureusement, ils n'étaient pas les seuls agents de l'amélioration constatée, car voilà que subitement la malaria vient de sévir avec une nouvelle intensité dans la campagne romaine, malgré les dépenses énormes que l'on y a faites pour la soustraire au paludisme. C'est que, à côté de leur influence, il y en avait une autre méconnue jusqu'ici, mais dont la puissance devient scientifiquement prépondérante : nous voulons parler des moustiques comme agents propagateurs de la maladie.

Voici, sommairement exposées, quelques considérations relatives à la malaria, telle que de récentes études nous permettent de la concevoir.

On admet généralement aujourd'hui que la maladie est due à un microbe que l'on rencontre dans le sang du malarique et que l'on a appelé hématozoaire de Laveran, médecin français qui le premier l'a découvert. Il en existe diverses variétés. M. Koch qui a fait de la malaria un sujet d'études spéciales et qui l'a observée dans diverses parties du monde, n'en admet que trois : celle de la fièvre tierce, celle de la fièvre quarte et celle de la fièvre des tropiques (espèce de tierce qui devient bientôt irrégulière).

On croyait autrefois que certaines populations étaient réfractaires au paludisme et l'on disait que c'était en raison d'une disposition personnelle ou héréditaire. Tel n'est point l'avis de Koch. Il croit, au contraire, que dans les pays paludéens, tous les habitants ont eu à subir l'atteinte du paludisme, dans le jeune âge et qu'ils ont vaincu le mal vers la dixième année, époque à partir de laquelle commence leur immunité. Il cite à l'appui de cette opinion le cas de certains villages de la Nouvelle-Guinée, villages dont les habitants sont confinés dans les limites de leur territoire à cause de l'antipathie des races. On peut donc affirmer que les cas de paludisme y sont nés sur place. Or, Koch y a trouvé qu'en dessous de deux ans, six enfants sur six sont paludiques ; de deux à cinq ans, six le sont sur treize : de cinq à dix ans, quatre sur dix-sept ; au delà de dix ans, zéro sur trente-neuf. On peut en conclure que la malaria frappe presque sûrement et exclusivement tous les enfants d'une contrée paludéenne et leur confère une immunité acquise. Ainsi, devenus adultes, ils peuvent impunément se rendre dans des milieux infectés, tandis que des adultes sains, venant de loca-

lités non paludiques, risquent presque à coup sûr d'être frappés, s'ils se rendent dans des milieux paludéens.

Cependant comment se fait-il que des indigènes venant d'une île où règne exclusivement la fièvre quarte à laquelle ils sont désormais inaccessibles, contractent en se rendant dans des îles voisines la fièvre tropicale ou la fièvre tierce qui y règnent ? Dira-t-on avec certains auteurs, Glogner entre autres, que c'est parce qu'ils avaient échappé jusque-là en réfractaires, aux atteintes du paludisme ? On ne peut mettre cette assertion d'accord avec la statistique de Koch que nous avons rapportée plus haut. Aussi Koch prétend-il que cela tient, comme c'est le cas pour les enfants chez lesquels on constate des rechutes pendant plusieurs années, à ce que la quinine en interrompant le cours de l'infection a très probablement retardé la période d'immunité.

Gardons-nous d'en conclure que la fièvre intermittente doit être abandonnée à elle-même. Car, si elle aboutit souvent à l'immunité chez les indigènes dans les contrées où elle sévit, il n'en est pas moins vrai qu'elle n'y fait que de trop nombreuses victimes et qu'elle reste très meurtrière pour les étrangers.

Il importe donc de restreindre le mal autant que possible en guérissant les malades par l'emploi de la quinine. Koch recommande de la donner en solution, car sous forme de pilules ou de cachets, elle risque fort de ne pas être absorbée. Il donne la préférence aux formes cristallisées pour éviter les adultérations. C'est le chlorhydrate de quinine qu'il donne le plus volontiers. Il le prescrit en solution légèrement chlorhydrique et corrige le goût désagréable du médicament par l'ingestion consécutive d'un édulcorant.

Le moment le plus favorable pour l'administration du remède est celui qui suit le déjeûner léger du matin et qui précède généralement de quatre à six heures l'apparition de l'accès fébrile. Il donne un gramme en une fois aux adultes, et s'en tient à cette dose si l'accès est vaincu, sinon il l'élèverait à 1 gr. 50 et même deux grammes.

Aux enfants qui n'ont pas un an il fait prendre un centimètre cube d'une solution de chlorhydrate au dixième, c'est-à-dire dix centigrammes de ce sel, et il ajoute à cette dose un centimètre cube de solution par année en plus.

Généralement les parasites disparaissent en même temps que la fièvre. S'il arrive que celle-ci persiste après disparition des parasites, c'est qu'il s'agit alors d'une complication qui ne cèdera pas à la quinine et il faut cesser l'usage de ce médicament.

Il arrive assez fréquemment que des récidives se produisent quelques semaines après guérison. Koch estime qu'on peut ordinairement les prévenir en donnant pendant deux mois, tous les dixième et onzième jours, un gramme de quinine aux individus récemment guéris.

En se basant sur des observations de valeur incontestable, le savant allemand affirme que le traitement par la quinine possède une action préventive certaine.

En diverses circonstances et en tout cas pour assurer une action plus rapide du médicament, il sera bon de recourir à l'injection sous-cutanée d'après la formule suivante :

bichlorhydrate de quinine : trois grammes
eau stérilisée : six grammes.

On injecte un gramme de la solution en une fois, soit cinquante centigrammes de quinine. Cette injection n'est pas douloureuse et peut être faite en plein état fébrile. En y recourant une ou deux fois on triomphe des fièvres les plus rebelles.

Le traitement que nous venons d'exposer, appliqué avec intelligence, pourrait faire disparaître d'une contrée paludique tous les cas de fièvre intermittente et ainsi couper court à la maladie. L'examen facile du sang permettrait de contrôler la vérité de cette assertion.

Voyons maintenant comment les moustiques remplissent leur rôle d'agents propagateurs de la malaria. Le microbe qui produit la malaria chez l'homme ne se rencontre en dehors de l'organisme humain que dans certaines espèces de moustiques et particulièrement chez certaines variétés d'anophèles. Mais chez le moustique, il ne peut vivre que trois ou quatre mois par an, parce qu'il a besoin d'une température de 20 à 30 degrés pour s'y développer. L'anophèle femelle (le mâle ne pique pas) aspire avec le sang du malade, le microbe de la fièvre, et celui-ci subit dans le corps de l'insecte une évolution qui donne naissance au bout de sept jours, à des filaments sporozoïdes accumulés dans la salive. Ces sporozoïdes sont transmis à leur tour à l'homme par la piqûre de l'insecte et lui donnent la malaria, s'il n'avait déjà contracté l'immunité vis-à-vis de cette maladie. C'est donc pendant les chaleurs de l'été que les moustiques sont aptes à propager la malaria. Pendant l'hiver et les époques de transition, on ne constate pas de cas nouveaux de la maladie, mais bien des rechutes. Ce sont ces rechutes qui deviennent la source où le moustique va puiser le microbe qu'il se charge de disséminer.

S'il n'y avait plus de rechutes, ou s'il n'y avait plus de moustiques, la malaria cesserait d'exister. La prophylaxie de la maladie est donc nettement tracée : il faut guérir les malades — nous avons vu plus haut comment on y arrive le plus sûrement — il faut, en second lieu, détruire les moustiques. C'est chose plus difficile, mais on y parvient plus ou moins complètement. On peut les détruire directement dans l'intérieur des habitations, ou du moins les empêcher d'y pénétrer en garnissant les croisées de toiles métalliques à petites mailles. On peut encore se préserver de leurs piqûres par des capuchons et des gants spéciaux.

Les moustiques habitent de préférence des endroits bas et marécageux : que nos maisons s'élèvent donc sur les hauteurs. Ils se reposent le jour : c'est le moment pour nous de traverser les régions malariques que nous ne pouvons éviter. Ils n'aiment pas le vent : c'est donc un élément qui nous est favorable.

Mais il importe surtout de détruire leurs œufs et leurs larves. Or ils déposent leurs œufs dans les mares, dans les eaux stagnantes. Et voilà pourquoi il est important d'assécher les marais ou d'y déterminer des courants d'eau. Voilà pourquoi les petites pluies leur sont favorables parce qu'elles créent des mares dans les endroits déclives ; pourquoi les pluies abondantes leur sont contraires, parce que les eaux en s'écoulant entraînent et détruisent les œufs et les larves.

Les marais ne sont donc pas nuisibles par eux-mêmes; ils le deviennent par l'intermédiaire des moustiques. Des expériences prouvent qu'on ne donne pas la fièvre intermittente à des individus sains en leur faisant boire de l'eau des marais et qu'on n'empêche pas les habitants des marais de gagner la maladie si on leur procure de l'eau salubre.

De telles données nous forcent donc à considérer la malaria comme médiatement contagieuse. Mais comment se fait-il donc qu'un malarique revenant dans son pays pour s'y guérir n'y devient pas le foyer d'une épidémie ? Sont-ce les anophèles qui manquent ? Personne ne le croira. Aussi attendons-nous de l'avenir la confirmation de quelques-uns des points de la doctrine que nous avons exposée avant d'y ajouter une foi entière (1).

(1) Revue médicale de Louvain, 1900, n° 12 paru en 1901, d'après, Deutsch. Med. Wochenschrift, 1900, nos 49 et 50 et Presse médicale belge, 18 août 1901.

Régime des albuminuriques. — Quand un malade présente de l'albuminurie, la première règle de traitement qui s'offre à l'esprit du médecin est la prescription du régime lacté absolu, au moins temporairement. Cependant cette pratique ne saurait plus être admise aujourd'hui *ne varietur*. L'origine de l'albuminurie est tellement complexe qu'il n'est pas rationnel d'opposer à cette maladie un traitement universel propre à tous les cas. Je sais que certains albuminuriques excrètent moins d'albumine en mangeant de la viande qu'en buvant du lait. Certes ce n'est pas l'ordinaire et je ne cite ce fait que pour montrer l'importance d'une observation attentive dans le traitement des albuminuriques. Nous donnons ici les réflexions qu'un maître en la matière, M. A. Robin, expose dans le JOURNAL DE MÉDECINE INTERNE d'après le MOUVEMENT HYGIÉNIQUE (1).

1. Le régime exerce une grande influence sur l'excrétion de l'albumine quelle qu'en soit la provenance.

2. Quelle que soit la variété d'albuminurie à laquelle on a affaire, on ne peut *à priori* lui opposer un régime fixe.

3. L'expérience peut seule indiquer dans chaque cas le régime convenable.

4. Le régime lacté absolu et le régime lacto-végétal ou lacto-carné donnent lieu en général à une élimination moindre d'albumine que les régimes dont le lait est exclu.

5. L'albuminurie augmente quand on remplace le lait par le vin.

6. Les œufs éliminent moins d'albumine que la viande.

7. Souvent les œufs et le lait combinés donnent moins d'albuminurie que le régime lacté absolu

8. Le veau et le bœuf conviennent mieux aux albuminuriques que le mouton et la poule.

9. Le poisson paraît accroître l'albuminurie.

10. Les pommes de terre, les choux-fleurs et le riz sont les légumes les moins nuisibles aux albuminuriques.

11. Le pain n'augmente que rarement l'élimination d'albumine quand on l'ajoute à n'importe quel régime.

Toutes ces données seront le plus souvent d'accord avec l'observation, si nous nous en rapportons à l'autorité de M. A. Robin. Mais nous croyons que très souvent encore elles seront démenties par la pratique si nous consultons nos propres souvenirs.

Dr ACHILLE DUMONT.

(1) Mai 1901, n° 5.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE

—

Parmi les ouvrages qui nous ont été envoyés et dont les comptes rendus n'ont pu trouver place dans cette livraison, nous signalons à nos lecteurs les suivants :

Félix Müller, VOCABULAIRE MATHÉMATIQUE FRANÇAIS-ALLEMAND et ALLEMAND-FRANÇAIS, 2e partie. Un volume in-8° de XIV-316 pages. Leipzig, Teubner. Paris, Gauthier-Villars, 1901 (Voir la REVUE, 2e série, t. XIX p. 346).

Gustave Robin. ŒUVRES SCIENTIFIQUES réunies et publiées sous les auspices du ministère de l'instruction publique, par Louis Raffy. I. *Physique mathématique.* Un vol. in-8° de VI-150 pages ; II. *Thermodynamique générale.* Un vol. in-8° de XVI-271 pages. Paris, Gauthier-Villlars.

J. Boussinesq. THÉORIE ANALYTIQUE DE LA CHALEUR MISE EN HARMONIE AVEC LA THERMODYNAMIQUE ET AVEC LA THÉORIE MÉCANIQUE DE LA LUMIÈRE, Tome I. Problèmes généraux. Un vol. in-8° de XXVII-333 pages. Paris, Gauthier-Villars, 1901.

L. Marchis. LEÇONS SUR LES MOTEURS A GAZ ET A PÉTROLE *(Actualités scientifiques).* Un vol. in-16 de XI-175 pages. Paris, Gauthier-Villars, 1901.

H. Pellat. COURS D'ÉLECTRICITÉ. Tome I. *Électrostatique. Lois d'Ohm. Thermo-Électricité.* Un vol. in-8° de VI-329 pages. Paris, Gauthier-Villars, 1901.

Don F. Gonzâlez Herrero. EL HIPNOTISMO *a la luz de la Filosofia, de la Fisiologia y de la Moral.* Un vol. in-8° de 590 pages. Cuenca, José Gomez Madina, 1901.

C. Colson. COURS D'ÉCONOMIE POLITIQUE, professé à l'École nationale des ponts et chaussées *(Encyclopédie des travaux publics).* Tome I. Exposé général des phénomènes économiques ; le travail et les questions ouvrières. Un vol. in-8° de 596 pages. Paris, Gauthier-Villars, 1901.

A. Castelein, S. J. Cours de Philosophie. I. *Logique formelle. Critériologie. Méthodologie.* Un vol. in 8° de xvi-548 pages. Bruxelles, O. Schepens, 1901.

G. Halphen. Analyse des matières grasses *(Encyclopédie des aide-mémoire).* Un vol. petit in-8° de 176 pages. Paris, Gauthier-Villars et Masson, 1901.

Fabio Invrea. Elementi di Fisica. Volume secundo, fascicolo 1°. *Magnetismo ed Elettricita.* Un vol. in-8° de xii 237 pp Torino, Unione Tipografico-Editrice, 1901.

La Revue a analysé le premier volume de cet excellent traité de Physique : 2e série, t. XVII, 20 avril 1900, pp. 613-616.

TABLE DES MATIÈRES

DU

VINGTIÈME VOLUME (DEUXIÈME SÉRIE)

TOME L DE LA COLLECTION

LIVRAISON DE JUILLET 1901

Léon XIII et la Société scientifique de Bruxelles . . . 4

Le jubilé de la Société scientifique de Bruxelles, par le **R. P. Van den Gheyn, S. J.** 9

La Société scientifique de bruxelles (1875-1901), par **M. P. Mansion** 30

Appendice : *Discours de M. le Dr Lefebvre prononcé à la séance inaugurale de la Société scientifique de Bruxelles, le 18 novembre 1875.* 61

Les chimistes de langue française du XIXe siècle, par **M. G. Lemoine.** 78

L'évolution de la psychologie au XIXe siècle, par **M. J. J. Van Biervliet** 107

Sur quelques extensions récentes de la statique et de la dynamique, par **M. P. Duhem** 130

Les Pentatomes, par **M. J.-H. Fabre** 158

L'Œuvre mathématique du XIXe siècle, par **M. le Vicomte Robert d'Adhémar** 177

Variétés. — *La découverte du carbure de calcium*, par le **R. P. E. Capelle, S. J.** 219

BIBLIOGRAPHIE : — I. Bertrand A.-W. Russel, Essai sur les fondements de la géométrie. Traduit de l'anglais par Cadenat et annoté par l'auteur et par L. Couturat. **P. Mansion** 260

II. Encyklopädie der Mathematischen Wissenschaften. Band II. Heft 4, **P. M.** 268

III. Mathematische Unterhaltungen und Spiele, von Dr W. Ahrens, **H. Bosmans, S. J.** 269

IV. Le système métrique des poids et mesures, par G. Bigourdan, **J. T.** 278

V. Nouvelle classification des sciences, par A. Naville, **C. de Kirwan.** 281

VI. Principes d'Anthropologie générale, par l'abbé N. Boulay, **C. de Kirwan.** 284

VII. Minéralogie agricole, par F. Houdaille. — Petite Chimie de l'Agriculteur, par V. Vaillant, **C. de Kirwan.** 290

VIII. Les orages à grêle et le tir des canons, par F. Houdaille, **C. de Kirwan** 292

IX. Annales du Musée du Congo. Série III. Ethnographie et Anthropologie. L'Age de la pierre au Congo, par Xavier Stainier, **J. G** 293

X. Het Alcoolismus, door Dr Is. Bauwens, **J. G.** . . 295

XI. Institutiones Metaphysicae specialis, quas tradebat in Collegio Maximo Lovaniensi P. Stanislaus De Backer, S. J. Tomus secundus : Psychologia, pars prior : De vita organica, **E. R.** 299

XII. L'Année Cartographique. Neuvième supplément, **F. Van Ortroy** 302

REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES:

SCIENCES NATURELLES, par **M. A. Proost** 307

CHIMIE, par **H. D. G., S. J.** 323

PHYSIQUE, par le **R. P. J. D. Lucas, S. J.** 328

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE ET NOTES 348

LIVRAISON D'OCTOBRE 1901

—

L'Irlande préhistorique, par **M. le Mis de Nadaillac.** 353

Trois voyageurs vénitiens au XIIIe siècle, par le **R. P. A. J. Delattre, S. J.** 363

La science musicale grégorienne, par **M. G. Houdard.** 423

L'observation de la couronne solaire durant les dernières éclipses, par le **R. P. R. Jacopssen, S. J.** . . 454

La revision des lois belges sur les coopératives, par **M. H. Lambrechts** 490

La science de la religion et la science du langage d'après Max Müller, par le **R. P. F. Prat, S. J.** . . . 527

Les confins de la science et de la philosophie au congrès international de philosophie de 1900, par **M. G. Lechalas.** 567

Variétés. — I. *La trigonométrie de Tycho-Brahé*, par le **R. P. H. Bosmans, S. J.** 585

II. *L'Enseignement agricole en Belgique durant les années 1897-1899*, par **M. J. V.** 601

III. *L'action catholique sur le terrain agricole en Belgique*, par **M. V. Waucquez** 611

Bibliographie. — I. Leçons sur les séries divergentes, par Émile Borel. **M. d'Ocagne.** 632

II. Euclid und die sechs planimetrischen Bücher. Mit Benutzung der Textausgabe von Heiberg, von Dr Max Simon, **P. M.** 637

III. Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften. Band I, Heft 6. Band IV_1, Heft I. Band IV_2, Heft I, **P. Mansion** 640

IV. Cours de mécanique analytique, par Ernest Pasquier, **E. G.** 642

V. Die Babylonische Mondrechnung, von F. X. Kugler, S. J., **H. Bosmans, S. J.** 644

VI. Œuvres de Descartes, corresp. IV, publiées par Charles Adam et par Paul Tannery, **G. Lechalas** 652

VII. La question de l'habitabilité des mondes, par R. M. Jouan, **C. de Kirwan**. 657

VIII. Les preuves du transformisme et les enseignements de la doctrine évolutionniste, par Gust. Geley, **C. de Kirwan**. 658

IX. L'art de découvrir les sources, par l'abbé Paramelle, **J.-B. A.** 660

X. Recherche des eaux potables et industrielles, par H. Boursault, **J-B. A.** 665

XI. Quaestiones de Justitia ad usum hodiernum scholastice disputatae ab A. Vermeersch e S. J. **Dr G. Peries** 668

Rectification. 669

REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES.

SYLVICULTURE, par M. **C. de Kirwan**. 670

ENTOMOLOGIE, par M. **Fernand Meunier**. 693

HYGIÈNE, par M. le **Dr Achille Dumont**. 696

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE 707

Louvain. — Imp. POLLEUNIS & CEUTERICK, 32, rue des Orphelins, 32

AMNH LIBRARY
100226250